Der

Uhrmacher

oder

Lehrbegrif

der Uhrmacherkunſt,

aus den beſten engliſchen, franzöſiſchen und andern Schriften darüber zuſammen getragen, nebſt eigenen Bemerkungen und Mittheilungen deutſcher Künſtler

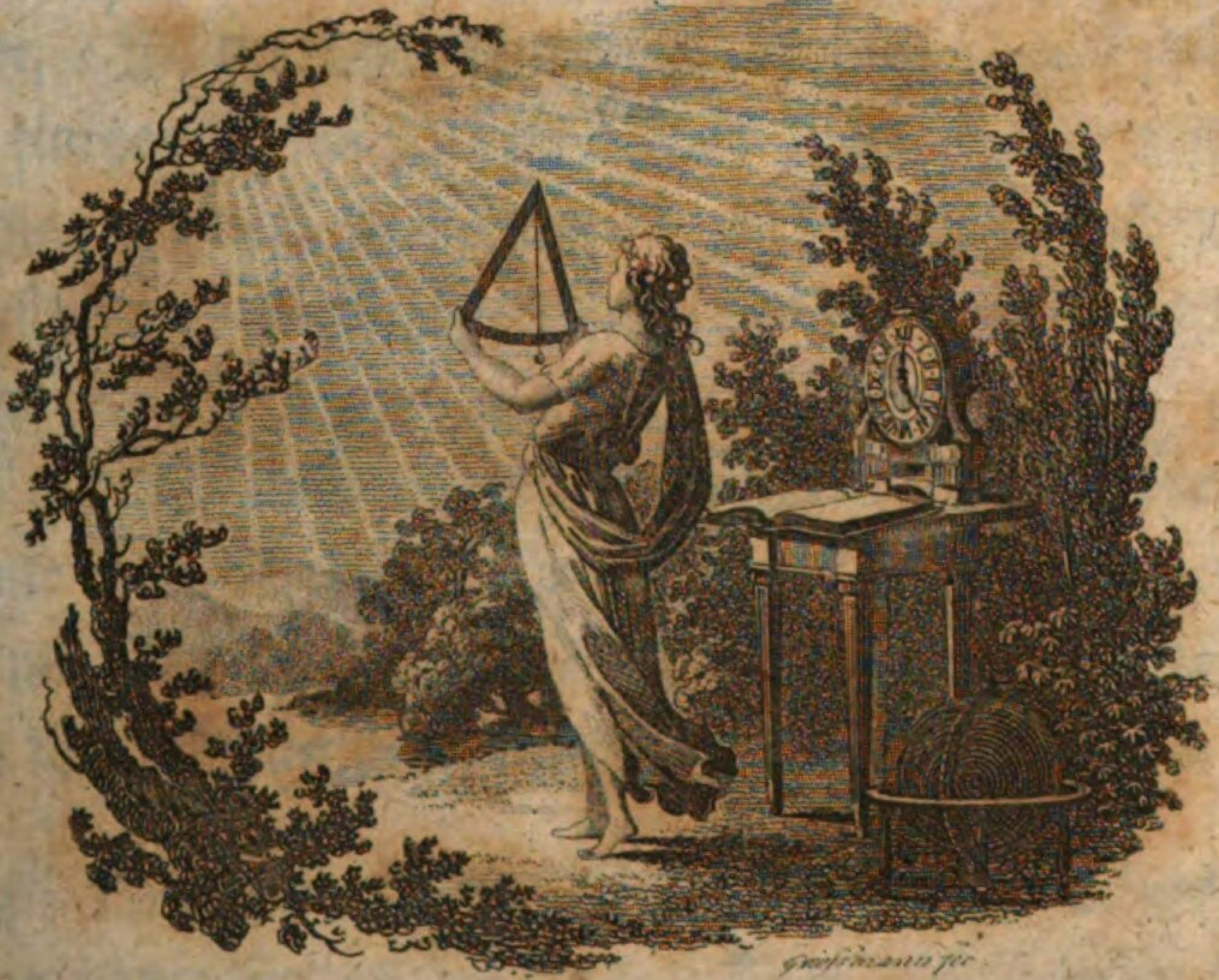
herausgegeben

von

J. G. Geißler

Mitglied der naturforſchenden Geſellſchaft in Halle.

R



Dritter Theil.

Mit neun Kupfertafeln.

Leipzig, 1794.

bey Siegfried Leberecht Cruſius.

108 F

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Vorerinnerung.

Ich übergebe hier einem geehrten Publikum den dritten Theil meines Uhrmachers, in der Ueberzeugung, und nach den Geſinnungen, die verſchiedene Künſtler und Liebhaber der Kunſt gegen mich geäußert, daß meine Bemühung, und meine Sammlung von dem, was erfahrne Künſtler und Kenner über dieſe ſo wichtige Kunſt geſchrieben und gedacht haben, nicht ohne Nuzzen und Vortheil ſeyn werde. In der That konnte mir es nicht anders als ſehr angenehm ſeyn, als aus einigen Orten Deutſchlands, beſonders aus verſchiedenen Gegenden Sachſens, meinem Vaterlande, die Nachricht mir mitgetheilt ward, daß bereits verſchiedene angeſehene Uhrmacher die hier gegebenen Beſchreibungen von Uhren ſich als Muſter zur Bearbeitung wählen, und den Wunſch geäußert, mit der Beſchreibung der zur vollkommenſten Bearbeitung ſo nöthigen Inſtrumente und Werkzeuge fortzufahren. Dies muntert mich auch um ſo mehr auf, meiner Arbeit, deren Nuzzen ſich bereits ſo thätig zu äußern anfängt, alle die Vollkommenheit zu geben, deren ich fähig bin.

Der erſte Abſchnitt dieſes Theils meines Uhrmachers enthält die ſehr ſchäzbaren Bemerkungen und die in der That wichtigen Verſuche des Herrn Berthoud über die Unruhe, den gegenwärtig noch einzigen Regulator der Taſchenuhren, die in der Folge, beſonders unter dem Artikel: See- und Längenuhren, noch wichtige Zuſäzze erhalten werden. Er hat hiebei eine Menge andrer Bemerkungen mit verwebt, die zwar eigentlich nicht ganz hieher gehören, und

die ſich füglich unter andre Abſchnitte hätte bringen ſollen; allein ich wollte den Gang der Ideen dieſes großen Künſtlers nicht gern unterbrechen. Uebrigens behalte ich mir es vor, zu Ende dieſes Werks eine allgemeine ſyſtematiſche Ueberſicht beizufügen, mich aber übrigens dabei auf dieſes Werk zu beziehen.

Der zweite Abſchnitt von auserleſenen Muſtern von Uhren enthält die Beſchreibung einer gewöhnlichen Taſchenuhr, und einer ähnlichen Uhr mit der Zilinderhemmung, die ich hier aus Berthouds klaſſiſchen Werken entlehne, weil ich ſie da am faßlichſten vorgetragen fand: ſollten ſie übrigens auch ſchon Künſtlern entbehrlich ſeyn, ſo werden ſie hoffentlich Anfängern zur vollſtändigen Ueberſicht dieſer ſo allgemein gewordenen Werke dienen.

Ich habe im erſten Theile meines Werks bereits eine Ueberſicht der Aequations-Uhren und eine vollſtändige Beſchreibung einer ſolchen Uhr nach Herrn Berthoud geliefert: in dieſem Theile bringe ich noch eine Menge derſelben unter verſchiedener Form von dieſem großen Künſtler ſowohl als von andern nach, von denen ich hoffe, daß ſie nicht am unrechten Orte ſtehen werden.

Im dritten Abſchnitte, der den mechaniſchen Hülfsinſtrumenten des Uhrmachers gewidmet iſt, habe ich Theilungsmaſchinen zu gewöhnlichen Rädern ſowohl als zu Zilinderrädern aufgenommen: zu dieſem, jedem Uhrmacher unumgänglich nöthigen Werkzeuge gehören auch die darauf folgenden zwei. Außer dem gewöhnlichen Inſtrumente zum Schnekkenſchneiden findet man hier auch eins, das wohl ohnſtreitig unter allen bisher bekannten den Vorzug verdienen dürfte, da zu deſſen Führung keine Schraube erforderlich iſt, ſo wie es auch unter keinem Bogen wirkt, daß alſo gewiſſermaßen mathematiſch gewiß die Spiralgänge des Schnekken ohne Störung auf einander folgen. Mein Freund, Herr Praſſe in Zittau, hat es ſeit kurzem nach ſeiner Art bearbeitet, und vielleicht noch um vieles einfacher gemacht, deſſen ich auch in der Folge nähere Erwähnung thun werde. Die folgenden zwei oder drei Werkzeuge

zeuge werden der Bekanntmachung nicht unwerth ſeyn, lezteres aber beſonders in der Folge dieſes Werks nähere Beſtimmung erhalten.

Es iſt leicht einzuſehen, daß die neue Zeiteintheilung in Frankreich, wenn ſie auch wahrſcheinlich im übrigen Europa nicht angenommen werden dürfte, doch immer große Veränderungen in der Uhrmacherkunſt bewirken muß. Bleibt die Sache ſo, wie ſie gegenwärtig iſt, ſo muß wenigſtens der Aſtronom, und alle diejenigen, die ſich mit mathematiſchen Arbeiten beſchäftigen, auf welche die neue Zeit- und übrige Eintheilung Einfluß hat, außer den erforderlichen Reduktionstafeln, auch vergleichende Uhren haben.

So wie die Nachricht von dieſen wichtigen Veränderungen zu uns kam, ſuchte ich beſonders die Anwendung auf unſer gewöhnliches Zeitmaaß auszufinden. Bald darauf wurden auch wirklich in Frankreich Prämien theils zu vergleichenden Uhren, theils zu Umänderung der gebräuchlichen Uhren für die neue Zeittheilung aufgegeben. Die Sache iſt übrigens keineswegs ſo ſchwer, als man dem erſten Anſehen nach vermuthen dürfte. Ich werde hiervon am ſchicklichen Orte das nöthige beibringen.

Indeſſen iſt der Wunſch für die allgemeine Dezimal-Eintheilung keineswegs ſo auffallend neu: mehrere Aſtronomen haben dieſerwegen hie und da Aeußerungen, ſelbſt Vorſchläge gewagt, und Muſter gegeben. Eine gewiſſermaßen ähnliche Uhr, deren Gang mit den Beobachtungen am Himmel gleichförmig, oder wie ſie angegeben worden, einen ſideriſchen Zeitmeſſer, hat bereits George Shukburgh zu dem großen Aequatorialinſtrumente des Herrn Ramsden von Herrn John Arnold verfertigen laſſen, welche anſtatt der Stunden und Minnten der ſiedriſchen Zeit, die Grade und Minuten des Aequators angiebt, und daher weiter keine Reduktion dabei erforderlich iſt. Die Beſchreibung dieſes in der That wichtigen aſtronomiſchen Inſtruments findet man in Philoſ. Transact. 1793. P. I., woraus ich ſie im III. Theile meiner Sammlung von Inſtrumenten aufgenommen habe.

Im folgenden Theile werde ich eine Anwendung des eigenen Schlagwerks von Herrn Berthoud (I. Th. des Uhrm. Taf. V.) anführen, wie es kürzlich Herr Praſſe gebauet hat. Ich bin izt mit dem Baue einer Sternuhr mit dem beweglichen Himmelsplaniſphär beſchäftiget, die den Stand des Himmels für jede Zeit angiebt; dieſe nebſt meiner geographiſchen Uhr mit der beweglichen Erdkugel, die ich ſeit einigen Jahren verfertiget, werde ich in der Folge näher beſchreiben.

J. G. Geißler.

Inhalt des dritten Theils.

I. Die Unruhe, nebſt einigen dahin einſchlagenden Bemerkungen.

I. Von dem Regulator der Taſchenuhren. Seite 3

II. Von der Feder, und den Vibrationen der Spiralfeder, welche ſie auf die Unruhe bewirkt. 4

III. Bemerkungen über die beſte Beſchaffenheit einer Unruhe für Taſchenuhren. 5

IV. Von der Unruhe, als Regulator der Taſchenuhren, die vortheilhafteſte Art derſelben zu beſtimmen, und die Zeiträume gehörig abzumeſſen. 6

V. Von der Anreibung in Rükſicht der Theorie der Taſchenuhren; von der Wirkung der Wärme und Kälte auf das Oel, was man zu Maſchinen braucht, welche die Zeit abmeſſen, um dadurch die Anreibung zu vermindern. 11

VI. Von den Wirkungen der Wärme und Kälte auf die Taſchenuhren. Warum die Wärme, je nach Beſchaffenheit der Anreibung, der Einrichtung der Unruhe u. ſ. f. die Geſchwindigkeit der Vibrationen der Unruhe verzögert oder beſchleunigt, und alſo ganz entgegengeſezte Wirkungen hervorbringt. 18

VII. Von den Verſuchen, welche ich angeſtellt habe, um die Grundſäzze zu berichtigen, welche ſich auf die Wirkungen der Wärme und Kälte auf die Taſchenuhren beziehen, und von dem Verfahren, ſie zu verbeſſern. 24

VIII. Von der Anwendung der Hemmung, ihren Eigenſchaften; von dem Iſochronismus der Vibration der Unruhe: wie man dazu gelangen könne. 29

IX. Grundſäzze über die Stärke der Bewegung der Unruhen. 33

X. Von der Art, die Schwere zu berechnen, welche die Unruhen der Taſchenuhren, verhältnißmäßig nach der bewegenden Kraft, der Größe ihrer Bögen, Durchmeſſer, Anzahl der Vibrationen u. ſ. f. haben müſſen. 35

XI. Fortſezzung der Berechnungen über die Unruhen. 40

XII. Ueber den Widerſtand des Oels wegen Kompenſation der Wirkung von der Wärme und Kälte auf die Spiralfeder. 44

XIII. Dimenſionen einer Taſchenuhr mit halben Sekunden und mit Zilinderhemmung. 47

XIV. Ueber die Anreibungen des Zilinders. 48

XV. Bemerkungen über die Art, die Anreibungen ſtätig zu machen. 50

II. Auswahl auserleſener Muſter von Uhren.

I. Beſchreibung einer Sekunden-Taſchenuhr mit doppelten Vibrationen in einer Sekunde von Herrn Berthoud. 55

II. Beſchreibung einer Sekunden-Taſchenuhr, welche 8 Tage ohne aufzuziehen fortgeht, und deren Regulator aus zwei Unruhen beſteht, welche Sekunden vibriren. Verſuche über dieſe Taſchenuhr, und über langſame Vibrationen. Von Herrn Berthoud. 56

III. Be-

III. Beſchreibung einer gewöhnlichen Taſchenuhr mit dem Steigerade. Seite 60
IV. Beſchreibung einer Repetitionstaſchenuhr mit Zilinderhemmung, nach der Bauart des Graham. 63
V. Beſchreibung einer Taſchenuhr mit Wekkerwerke. 68
VI. Beſchreibung einer Aequations-Pendeluhr mit beweglichem Zifferblatte von Herrn Berthoud. 70
VII. Beſchreibung einer Taſchenuhr mit Aequation und konzentriſchen Sekunden, welche die Monate und Monatstage zeigt, von Herrn Berthoud. 73
VIII. Beſchreibung einer Aequations-Pendeluhr mit 2 konzentriſchen Minutenzeigern, welche die Monate des Jahrs, die Monatstage und die Schaltjahre anzeigen, von Herrn Berthoud. 75
IX. Beſchreibung einer Aequation mit zwei Zeigern und zwei Zifferblättern, von Herrn Rivaz. 80
X. Beſchreibung eines Aequations Vorlegewerks, welches nur allein die wahre Zeit anzeigt, von Herrn de Rivaz. 81
XI. Beſchreibung des Aequations-Vorlegewerks des Herrn Poſſement. 82
XII. Von den Pendeluhren, welche Stunden, Minuten und Sekunden blos nach der wahren Zeit vermöge der ungleichen Vibrationen eines Pendulum anzeigen, das ſich verlängert und verkürzt, nach der Erfindung des P. Alexander. 83
XIII. Beſchreibung einer Taſchenuhr mit Aequation, Repetition, konzentriſchen Sekunden, und Sekundenvibrationen, von Herrn Berthoud. 86
XIV. Von dem Verfahren, die Krümmungen für Aequations Pendel- und Taſchenuhren zu entwerfen. 93
XV. Beſchreibung eines kleinen Zifferblatts, deſſen man ſich bedienen kann, um von der Uhr die wahre Zeit anzeigen zu laſſen. 99

III. Mechaniſche Hülfsinſtrumente des Uhrmachers.
I. Die Theilungsmaſchine. 103
II. Werkzeug zu Verfertigung der Einſchneiderädchen, welche zu den Vertiefungen zwiſchen den Säulen der Zilinderräder gebraucht werden. 121
III. Werkzeug zu Zentrirung ſolcher Räder, die an ihren Wellen befeſtiget ſind. 121
IV. Das Schnekkenſchneidezeug. 122
V. Beſchreibung zweier Inſtrumente zu Unterſuchung des Ganges einer Uhr. 128
VI. Mikrometerzirkel zu Unterſuchung der Stärke der Blätter zu Spiralfedern, von Herrn Berthoud. 129

I. Die

I.

Die Unruhe.

Nebſt
einigen dahin einſchlagenden
Bemerkungen.

I.

Von dem Regulator der Taſchenuhren. *)

Da die Taſchenuhren verſchiedenen Bewegungen und Stellungen ausgeſezt werden, ſo iſt es vorzüglich erforderlich, daß ihr Regulator bei allen dieſen verſchiedenen Lagen keiner merklichen Verändrung unterworfen ſey. Das Pendulum kann ſeine regelmäßigen Vibrationen nicht anders machen, als im Fall, wo es ſtets in einer vollkommen vertikalen Lage ſteht, und keine fremdartige Bewegung auf daſſelbe wirkt **); aus eben dieſer Urſache iſt es daher keinesweges zum Regulator der Taſchenuhren anwendbar; daher man denn ſeine Zuflucht zu einer andern Vorrichtung, der Unruhe, nehmen müſſen, deren Eigenſchaft iſt, ihre Bewegung in allen Lagen gleich zu behalten.

Die einfache Unruhe hat für ſich kein Beſtreben, ſich auf eine Seite mehr als auf die andre zu bewegen, ſie iſt daher zu Vibrationen wie das Pendulum eigentlich für ſich nicht geneigt, d. i. wechſelsweiſe um ſich hin und her zu ſchwingen; und aus dieſem Grunde war es ohnſtreitig, daß die erſten Uhrmacher auf die Hemmung mit dem Steigrade fielen, deren Wirkung darin beſteht, daß das Rad die Unruhe vermittelſt der Lappen an der Spindel wieder zurückführt, und ihr ſolchemnach einen Hin- und Herſchwung verſchaft, d. i. Vibrationen zu machen, und dadurch die Bewegung eines Laufwerks zu reguliren. Auch iſt dieſe Hemmung wahrſcheinlich die erſte geweſen, denn ob man ſchon täglich aufgehangene Körper vor Augen hatte, welche hin- und herſchwangen, ſo hatte man doch bis gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts noch keinen Gebrauch von dem Pendulum gemacht, deſſen Anwendung an Uhren wir eigentlich allein dem Huygens zu verdanken haben.

Da die Unruhe, wie wir ſchon geſagt haben, kein Beſtreben für ſich äuſſert, ſich auf eine Seite mehr als auf die andre zu bewegen, ſo muſte nothwendig die Geſchwindigkeit ihrer Bewegung, je nach der Ungleichheit der Stärke, vermittelſt der Einwirkung des Steigerads auf dieſelbe, ſehr verſchieden ſeyn. Nur erſt gegen die Mitte des verfloßnen Jahrhunderts

*) Eſſ. ſur l'horl par. Mr. Berthoud T. II. p. 151.

**) Herr Berthoud hat indeſſen doch auch einen Verſuch gewagt, das Pendulum bei Seeuhren anwendbar zu machen, wie ich in der Folge anführen werde.

geſchahe es, daß man an die Unruhe eine Spiralfeder anbrachte, um Vibrationen zu erhalten, welche von dieſer Hemmung nicht abhiengen. Auch dieſe vortrefliche Entdeckung haben wir dem Huygens zu verdanken.

Im folgenden Kapitel werden wir die Wirkungen der einfachen Spiralfeder ohne Anwendung auf die Unruhe betrachten, um ſodann die Wirkungen zu ſehen, welche in ihrer Verbindung damit erfolgen, und wie die Vibrationen der Unruhe mit der Spiralfeder geſchehen, wenn kein Räderwerk auf dieſelbe Einfluß hat.

II.

Von der Feder, und den Vibrationen der Spiralfeder, welche ſie auf die Unruhe bewirkt. *)

Die Eigenſchaft einer jeden Feder iſt, daß wenn ſie durch irgend eine Kraft aus ihrer Ruhe gebracht worden, ſie, ſich ſelbſt ſodann überlaſſen, nicht allein gegen den Punkt zurük zu gehen ſtrebt, von dem ſie ausgegangen, ſondern auch auf die andre entgegenſtehende Seite, in dem Maaße als man ſie ausgezogen, zu ſchwingen, wo nachdem ſie ihre ganze Kraft verlohren, ſie wieder zurückgehet, und folglich, ſo wie ein Pendulum, welches man aus ſeiner Ruhe gebracht, Vibrationen bewirkt.

1. Grundſaz. Die Geſchwindigkeit der Vibrationen der Feder iſt um ſo größer, je ſtärker die Feder iſt, und umgekehrt.

2. Grundſaz. Die Feder macht eine um ſo größere Anzahl Vibrationen, als die Theile der Feder Härte haben, und je geringer der Widerſtand auf die Vibrationen oder auf die Bewegung der Feder iſt. Dieſe beiden Säzze bedürfen keines Beweiſes.

Die Erfahrung zeigt, daß große und kleine Vibrationen von einerlei Feder iſochroniſch ſind, d. i. einerlei Dauer haben. s'Graveſande hat dieſe Verſuche in ſeinen Elementen der Phyſik im erſten Theile, Art. 784. angeführt.

Vermöge dieſer Eigenſchaften der Feder, an eine Unruhe angewandt, läßt ſich alſo folgern.

1) Die Geſchwindigkeit der Vibrationen einer Unruhe, die vermittelſt einer Spiralfeder in Bewegung geſezt worden, hängt theils von der Größe und Schwere der Unruhe ab, d. i. von ihrer Trägheit, theils von der Kraft der Spiralfeder. Wenn daher die Unruhe groß und ſchwer, und die Spiralfeder ſchwach iſt, ſo werden die Vibrationen langſam

*) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud S. 152.

ſam geſchehen; denn je mehr Trägheit die Unruhe hat, je mehr vermehrt ſich ihr Widerſtand gegen die Bewegung, und ſo werden denn auch die Vibrationen um ſo langſamer geſchehen, je ſchwächer die Spiralfeder iſt.

2) Wenn eine große und ſchwere Unruhe, vermittelſt einer ſchwachen Spiralfeder in Bewegung geſezt, wechſelsweiſe große und kleine Vibrationen macht, ſo werden dieſe keineswegs iſochromiſch ſeyn, denn vermöge der Beſchaffenheit der Unruhe, ihrer Trägheit, dem Anreiben der Zapfen u. ſ. f. werden die Räume, die ſie durchläuft, in je längeren Zeiträumen geſchehen, je größer erſtere ſind; daher denn, ohnerachtet der Neigung der Spiralfeder, ihre Oſcillationen von gleicher Dauer zu machen, da ſie nur zum Theil die Geſchwindigkeit der Bewegung der Unruhe beſtimmt, die Unruhe weder mit der Geſchwindigkeit gehen wird, die ſie hätte, wenn man ihr, abgeſondert von der Spiralfeder, den nämlichen Antrieb mitgetheilt, noch mit der Geſchwindigkeit der Spiralfeder, ſondern vielmehr mit einer Geſchwindigkeit, welche durch die Trägheit der Unruhe und die Kraft der Feder beſtimmt wird.

3) Wenn eine ſehr leichte Unruhe durch eine ſtarke Spiralfeder in Bewegung geſezt wird, ſo werden 1) die Vibrationen ſehr ſchnell geſchehen, und 2) werden die Oſcillationen der Unruhe ſowohl bei großen als kleinen Bögen beinahe iſochromiſch werden.

4) Aus je härtern Theilen die Spiralfeder beſteht, eine deſto größere Anzahl von Oſcillationen wird ſie die Unruhe machen laſſen, d. i. eine Spiralfeder, welche aus einem gut gehärteten Stahle beſteht, iſt ungleich geſchickter, die Bewegung der Unruhe zu unterhalten, und iſochroniſche Oſcillationen zu bewirken.

5) Eine Unruhe macht in einer und der nämlichen Zeit eine um ſo größere Anzahl von Vibrationen, je geringer die Anreibung der Zapfen iſt.

III.

Bemerkungen über die beſte Beſchaffenheit einer Unruhe für Taſchenuhren. *)

Wir haben bereits oben geſehen, daß ohne Widerſtand der Luft, und ohne Anreibung der Aufhängung, ein Pendulum, das einmal in Bewegung geſezt worden, dieſelbe ewig behalten würde, und daß wenn alle ſeine Oſcillationen von einerlei Raume wären, ſie auch iſochroniſch ſeyn werden: ein Pendulum iſt daher der vollkommenſte Regulator, den man bei Maſchinen anwenden kann, welche die Zeit abmeſſen ſollen, weil man nichts weiter nöthig hat, als einen Zähler damit zu verbinden, welcher die Anzahl der Oſcillationen angiebt.

*) Eſſay ſur l'horlog. par Mr. Berthoud. S. 155.

angiebt. Allein da die Luft der Bewegung hinderlich iſt, und das Aufhängen eines Körpers ein Anreiben verurſacht, welches einen Theil der Bewegung zerſtört, ſo geſchieht es, daß die Oſcillationen eines einfachen Pendulum ſich nach und nach unmerklich vermindern, und ſolchergeſtalt nicht iſochroniſch bleiben, bis endlich nach einer gewiſſen Zeit dieſe Bewegung ganz aufhört. Können nun aber auch dieſe Hinderniſſe nicht ganz gehoben werden, ſo iſt es doch möglich einem Theil derſelben zu entgehen; ein Pendulum alſo, welches nach erhaltener Bewegung am längſten und gleichförmigſten dieſelbe behält, muß nothwendig für den beſten Regulator angeſehen werden.

Eben dieſer Saz iſt auch auf eine vermittelſt der Spiralfeder in Bewegung geſezte Unruhe anwendbar: denn eben ſo wie bei Uhren mit dem Pendulum muß man in Rückſicht der beſten Anbringung eines Regulators urtheilen, wenn die Bewegung ſich am längſten und gleichförmigſten erhält: desgleichen wenn man eine Unruhe macht, auf welcher ein gegebener Antrieb iſochroniſche Oſcillationen bewirkt, und wenn ſie ihre Bewegung während einer ſehr langen Zeit behält, kann man ſolchergeſtalt ſchlieſſen, daß wenn man ihr Anreiben und den Widerſtand der Luft ſo gering als möglich gemacht, eine ſolche Unruhe als der beſte Regulator für Taſchenuhren anzuſehen ſeyn wird. Wie man dazu gelangen könne, wollen wir uns im künftigen bemühen.

IV.

Von der Unruhe, als Regulator der Taſchenuhren, die vortheilhafteſte Art derſelben zu beſtimmen, um die Zeiträume gehörig abzumeſſen. *)

1. Grundſaz. Die Zeiträume der Oſcillationen eines Körpers ſind die nämlichen, wenn der Widerſtand gegen die Bewegung einerlei iſt, und wenn die bewegende Kraft mit gleichförmiger Stärke wirkt. Alſo, abgerechnet, was die Veränderungen der Temperaturen bewirken, ſind die Vibrationen iſochroniſch, wenn der Widerſtand der Luft und die Anreibung immerfort einerlei ſind, und die bewegende Kraft keiner Abänderung unterworfen iſt.

2. Grundſaz. Um von dem Vorzuge eines Regulators vor einem andern zu urtheilen, muß man die Kräfte **) oder die Stärke der Bewegung des einen und des andern ſowohl als die Anreibung oder

*) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. S. 156.

**) Ich verſtehe unter Kraft diejenige Eigenſchaft, welche ein Körper in der Bewegung beſizt, eine Menge von Hinderniſſen zu überwinden; das Maaß dieſer Kraft iſt daher das Produkt der Maſſe des Körpers durch das Quadrat ſeiner Geſchwindigkeit.

oder den Widerſtand, welcher ſich der Bewegung des einen und des andern Körpers entgegen ſezte, mit einander vergleichen. Wenn alſo die Kraft, oder die Größe der Bewegung des einen Körpers A zur Größe der Bewegung des Körpers B in einem größern Verhältniſſe ſteht, als der Widerſtand iſt, der ſich ſeiner Bewegung widerſezt, verglichen mit demjenigen, welchen der Körper B empfindet, ſo wird der Körper A vorzuziehen ſeyn, weil er mehr Kraft beſizt die Anreibung zu überwinden, als der Körper B um die auf ihn wirkende Anreibung zu beſiegen.

3. Grundſaz. Je größer der Widerſtand oder die Anreibung eines Körpers in Verhältniß der Stärke oder Anreibung eines andern Körpers iſt, deſto größer wird auch die erforderliche Kraft ſeyn müſſen, um deſſen Bewegung zu unterhalten. Wenn daher die Anreibung des Körpers A zur Anreibung eines Körpers B in einem gröſſern Verhältniſſe ſteht, als die Kraft von A gegen B iſt, ſo wird auch die nöthige Kraft, um die Bewegung des Körpers A zu unterhalten, in einem größern Verhältniſſe ſtehen, als die Größe der Kraft A verglichen gegen B iſt, ſolchergeſtalt, daß obſchon der Körper A eine größere abſolute Kraft der Bewegung hat, er doch weniger auszuhalten vermögend ſeyn wird; denn wenn der Ueberſchuß der Kraft auf den Widerſtand geringer iſt, als bei dem Körper B, ſo müßte eine größere bewegende Kraft nöthig ſeyn, um ihn in ſeiner Bewegung zu unterhalten. Es folgt hieraus, 1) daß eine geringere Veränderung in der Anreibung oder in dem Widerſtande, welchem die Körper ausgeſezt werden, einen Unterſchied in der Geſchwindigkeit verurſachen werde; 2) daß wenn die bewegende Kraft in Verhältniß der Größe der Bewegung des Körpers größer iſt, die Anreibung, und folglich die Ungleichheiten auf die davon herrührende Kraft für den Regulator ſich vermehren.

Wenn zwei Unruhen von einerlei Schwere, aber ungleicher Größe, ähnliche Bögen beſchreiben, indeſſen ſo, daß irgend ein Punkt auf dem Umkreiſe jeder Unruhe in gleicher Zeit gleiche Räume *) durchlaufe, ſo werden die Anreibungen auf die Zapfen, die ich von gleicher Stärke vorausſezze, im umgekehrten Verhältniſſe der Durchmeſſer ſtehen, d. i. die Anreibung der Zapfen der großen Unruhe wird zu derjenigen der kleinen ſeyn, wie der Durchmeſſer der kleinen Unruhe zu dem Durchmeſſer der großen, welches keines fernern Beweiſes bedarf, denn wenn der Durchmeſſer der großen Unruhe, die ich A nennen will, zum Durchmeſſer der kleinen B iſt wie 2 zu 1, ſo muß, um daß die kleine Unruhe zu ihrem Umkreiſe eben die Geſchwindigkeit habe, ſie zweimal mehr Oſcillationen machen, als die große (da die Umkreiſe unter ſich ſind wie ihre Durchmeſſer). Nehmen wir ſie nun von gleicher Schwere an, ſo werden die Zapfen der Unruhe B, welche von gleicher Stärke **) ſind,

*) In dieſem Falle werden die Unruhen einerlei Größe der Bewegung haben, weil ſie einerlei Maſſe und einerlei Geſchwindigkeit beſizzen.

**) Ich ſage, daß man die Zapfen von gleicher Stärke annehmen müſſe, welches ſich auf folgendes gründet. Man muß die Zapfen der Unruhe ſo ſchwach als möglich machen, und zwar

ſind, wie diejenigen von A, einen zweimal grössern Weg durchlaufen, und die Anreibung wird doppelt seyn; die Anreibung der Unruhe A iſt alſo zu derjenigen von B wie 1 zu 2, d. i. wie der Durchmeſſer der kleinen Unruhe zum Durchmeſſer der großen.

Dieſer Saz zeigt den Vortheil einer großen Unruhe vor einer kleinen, weil bei Verdoppelung des Durchmeſſers man die Anreibung um die Hälfte verringert, ohne die Größe der Kraft oder der Bewegung zu verändern, und ohne den Widerſtand der Luft zu vermehren, weil wir hier einerlei durchlaufene Räume vorausſezzen.

Wenn man zwei Unruhen von gleicher Größe hat, welche ſich mit verſchiedener Geſchwindigkeit bewegen, und die Schwere der Unruhen ſteht im umgekehrten Verhältniſſe mit dem Quadrat der Geſchwindigkeiten, ſo werden ſie 1) einerlei Größe der Bewegung haben; 2) wird die Anreibung im umgekehrten Verhältniſſe ihrer Geſchwindigkeiten ſtehen.

Wenn alſo 1) die Geſchwindigkeit der Unruhe A zu derjenigen von B iſt, wie 1 zu 2, ſo wird nach unſrer Vorausſezzung ihre Maſſe zu derjenigen von B seyn, wie das Quadrat der Geſchwindigkeit der Unruhe B, welches 4 iſt, zu dem Quadrat der Geſchwindigkeit der Unruhe A, welches 1 iſt. Um nun die Größe der Bewegung der Unruhe A zu haben, muß man die Maſſe 4 mit dem Quadrat der Geſchwindigkeit multipliciren; 4 wird alſo die Kraft der Unruhe A ausdrükken. Gleichfalls um die Größe der Bewegung der Unruhe B zu erhalten, multiplicire man die Maſſe 1 durch das Quadrat der Geſchwindigkeit 4; 4 drükt daher die Kraft der Unruhe B aus: zwei Unruhen alſo von gleicher Größe, die ſich mit verſchiedenen Geſchwindigkeiten bewegen, haben einerlei Größe der Bewegung, wenn ihre Gewichte im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Geſchwindigkeiten ſtehen.

2) Nehmen wir hier an, daß die Anreibungen gegen das Produkt des Gewichts durch den durchlaufenen Raum verhältnißmäßig ſind; die Anreibung der Unruhe A wird alſo dem Produkt der Maſſe 4 durch die Geſchwindigkeit 1 gleich seyn, ſo wie die Anreibung der Unruhe B das Produkt der Maſſe 1 durch die Geſchwindigkeit 2 seyn wird. Die Anrei=

zwar ſo weit als es die Materie nur erlaubt; hat man alſo einer großen Unruhe ſo ſchwache Zapfen als möglich gegeben, ſo wird es nicht mehr möglich seyn, diejenigen der kleinen Unruhe verhältnißmäßig nach dem Unterſchiede der Durchmeſſer der Unruhen zu verringern; denn wenn man noch ſchwächere Zapfen machen könnte, ſo wäre es auch keine Schwierigkeit, ſie bei einer großen Unruhe anzuwenden, welche nicht mehr Schwere hätte: auf dieſe Art ſezt man die Anreibung der Zapfen auf den geringſten Ausdruk. Wir brauchen alſo hier dieſe Gränze der Stärke der Zapfen; die Anreibungen der kleinen Unruhe ſtehen folglich in der That in einem Verhältniß. Hieraus ſieht man, daß wenn man eine ſehr kleine Unruhe macht, und die Zapfen nicht ſchwächer gemacht werden können, ſie nur wenig von der Größe derjenigen einer Unruhe verſchieden seyn werden; die Größe der Bewegung wird alſo den Anreibungen der Zapfen beinahe gleich seyn.

Anreibungen der Unruhe A ſind alſo zu denjenigen der Unruhe B wie 4 zu 2, oder wie 2 zu 1 d. i. im umgekehrten Verhältniſſe der Geſchwindigkeiten.

Wir haben die Anreibungen verhältnißmäßig gegen die Produkte der Maſſe durch die Geſchwindigkeit vorausgeſezt, ob ſchon dieſes ſich in der That nicht genau ſo verhält; allein der Irrthum iſt ſehr unbeträchtlich, und wir haben auch nicht genau beſtimmte Erfahrungen, um ſchärfere Berechnungen darüber zu geben.

Es iſt daher allemal von größern Vortheilen eine große und leichte Unruhe zu machen, deren Geſchwindigkeit aber zu derjenigen einer andern Unruhe von der nämlichen Kraft doppelt ſei, weil die ſchwerere, ohnerachtet ſie ſich langſamer bewegt, doppelt mehr Friktion erleidet als die andre.

Wir rechnen hier keineswegs auf den Widerſtand der Luft, deren Betrachtung für dieſen Gegenſtand nicht ſehr weſentlich iſt: obſchon dieſer Widerſtand ſich um ſo mehr vergrößert, als die Geſchwindigkeit der Unruhe zunimmt, und eine größere Oberfläche darbietet; da nun dieſer Widerſtand ſtets beinahe der nämliche iſt, ſo geſchieht es zwar, daß ſie ſtets eine gleiche Stärke der Bewegung raubt, welches aber im Fall der Anreibungen der Zapfen nicht geſchieht, indem dieſe ſich nach dem Maaße vermehren, als das Oel vertroknet, und die Zapfen rauher werden, welche Veränderungen denn auch um ſo beträchtlicher werden, als die Anreibung größer iſt. Es iſt daher weſentlich nothwendig, ſie ſo gering als möglich zu machen, um ſie ſtets einerlei zu erhalten, welches denn auch in dieſem Fall wirklich eben ſo viel wäre, als ſie ganz aufzuheben. Uebrigens muß man bemerken, daß der Widerſtand der Luft, der ſich der Bewegung der Unruhe widerſezt, wenig beträchtlich iſt, weil dieſes Fluidum nicht von ſeinem Orte vertrieben wird; daher iſt dieſe Anreibung ungleich geringer, als ſie wäre, wenn die Unruhe vermittelſt Gewichte, wie z. B. kleine Kugeln oder Linſen, ihre Geſtalt bekäme.

Wenn man eine große und ſchwere Unruhe hat, deren Geſchwindigkeit geringer ſei, als diejenige einer andern kleinen und weniger ſchweren Unruhe, ſo wird die Stärke der kleinern verhältnißmäßig gegen die Anreibung geringer ſeyn, d. i. die große Unruhe wird weniger Kraft haben, die Hinderniſſe zu überwinden, welche ſich ihrer Bewegung entgegenſezzen, als die kleine Unruhe hat. Es ſei A die große Unruhe, und B die kleine; ferner ſei der Durchmeſſer und die Schwere von A zum Durchmeſſer und zur Schwere von B wie 2 zu 1: auch ſetzen wir voraus, daß ſie ähnliche Bögen beſchreiben, allein die Oſcillationen von A zur Zahl der Oſcillationen von B in einerlei Zeit mögen ſeyn wie 1 zu 5: um nun die Stärke der einen und der andern Unruhe zu haben, muß man die Maſſe durch das Quadrat der Geſchwindigkeit multipliciren. Um die Geſchwindigkeit zu erhalten, multiplicire man die Durchmeſſer durch die Anzahl der Vibrationen, daher 2, der Durchmeſſer

von A multipliciret durch eine Oſcillation giebt 2: und 1 Durchmeſſer von B multiplicirt durch 5 Vibrationen, giebt 5: die Geſchwindigkeit von A zu derjenigen von B iſt alſo wie 2 zu 5, deren Quadrate ſind 4 und 25, dieſe multiplicirt durch die Maſſen 2 und 1, geben 8 für die Kraft der Unruhe A und 25 für diejenige der Unruhe B. Dies iſt das Verhältniß der Kräfte. Wir wollen nun das Verhältniß der Friktionen unterſuchen: da die Friktionen, wie wir ſchon geſagt, das Produkt der Maſſe durch den durchlaufenen Raum ſind, und bei ſtets angenommener einerlei Stärke der Zapfen ſowol bei einer als bei der andern Unruhe, ſo wird der durchlaufene Raum von den Zapfen von A, zu dem durchlaufenen Raum der Zapfen von B ſeyn, wie 1 zu 5, d. i. wie die Anzahl der Vibrationen von A zu derjenigen von B; multiplicirt man alſo 1 durch die Maſſe 2 von A, ſo erhält man 2: multiplicirt man gleichfalls 5 Oſcillationen von B durch die Maſſe 1, ſo erhält man 5, d. i. die Friktionen der Unruhe A ſind zu denjenigen von B wie 2 zu 5; nun iſt 2 verhältnißmäßig zu 5 größer als die Kraft 8 der Unruhe A zur Kraft 25 der Unruhe B: die Unruhe B hat alſo mehr Kraft, den Widerſtand für die Bewegung zu überwinden, als die Unruhe A hat, den ihrigen zu beſiegen.

Wenn wir von den Wirkungen handeln werden, welche Wärme und Kälte auf das Oel der Zapfen der Unruhen erzeugt, ſo werden wir ſehen, daß die Veränderungen der Uhr um ſo größer werden, als die Kraft der Unruhe kleiner, und die Zapfen ſtärker u. ſ. f. ſind, woraus wir den Vortheil herleiten werden, Unruhen anzuwenden, die eine gewiſſe beſtimmte Kraft der Bewegung haben; es wäre daher vorzüglicher, eine kleine leichte Unruhe zu brauchen, welche eine größere Anzahl von Vibrationen machte, als eine große ſchwere bey langſamen Vibrationen. Es iſt alſo eine große und leichte Unruhe, welche geſchwinde Vibrationen macht, einer großen ſchweren Unruhe mit langſamen Vibrationen ungleich vorzuziehen.

Wir haben den Vortheil großer Unruhen mit geſchwinden Vibrationen gezeigt, nunmehr wollen wir auch die Größe der Vibrationen von einerlei Unruhe mit einander vergleichen.

Wenn die Kraft einer Unruhe gegeben iſt, ſo kann man ſie auf zweierlei Art anwenden, entweder daß man eine leichte Unruhe große Bögen beſchreiben läßt, oder man giebt einer ſchweren Unruhe kleine Bögen: wir wollen ſehen, welche Art die vortheilhafteſte iſt, wenn wir gleichen Durchmeſſer der Unruhe und gleiche Anzahl von Vibrationen annehmen.

Um daß die Stärke der Unruhe in beiden Fällen gleich ſei, müſſen die Maſſen im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Geſchwindigkeiten ſtehen, d. i. der durchlaufene Bogen A ſei die leichte Unruhe, welche, wie ich annehmen will, gegen die ſchwere Unruhe doppelte Bögen durchläuft, welche ich B nennen will. Damit nun die Kräfte der Unruhen A und B gleich ſind, ſo muß vermöge des Grundſazzes die Maſſe der Unruhe A zu derjenigen

nigen von B ſich verhalten, wie das Quadrat der Geſchwindigkeit von B zu demjenigen von A. Nun iſt nach unſrer Vorausſezzung die Geſchwindigkeit von A zu derjenigen von B wie 2 zu 1, die Maſſe von A muß daher zur Maſſe von B ſich verhalten, wie das Quadrat von 1 zum Quadrat von 2, d. i. wie 1 zu 4; die Maſſe der Unruhe B muß alſo viermal größer ſeyn, als diejenige von A. Iſt nun die Anreibung das Produkt der Maſſe durch den durchlaufenen Raum, ſo wird die Anreibung von A die Maſſe von 1 durch die Geſchwindigkeit von 2 ſeyn, welches 2 giebt, und die Anreibung der Unruhe B wird das Produkt der Maſſe 4 durch die Geſchwindigkeit 1, d. i. 4 ſeyn, die Anreibung von B wird daher diejenige von A doppelt übertreffen, woraus man ſieht, daß wenn man eine Unruhe hat, deren Durchmeſſer und die Anzahl der Vibrationen gegeben iſt, desgleichen die Größe der bewegenden Kraft, es vortheilhafter iſt, große Bogen beſchreiben zu laſſen, wenn man eine weniger ſchwere Unruhe braucht, als kleine Bogen und eine ſchwere Unruhe anzuwenden.

V.

Von den Anreibungen in Rükſicht der Theorie der Taſchenuhren; von den Wirkungen der Wärme und Kälte auf das Oel was man zu Maſchinen braucht, welche die Zeit abmeſſen, um dadurch die Anreibung zu verringern. *)

Zwei Körper, welche ſich auf einander bewegen, rollen einer über den andern weg, und verurſachen einen Widerſtand, welcher einen Theil der Bewegung des Körpers, welcher ſich bewegt, raubt: dieſen Widerſtand nennt man die Anreibung.

Um einzuſehen, was Anreibung ſei, muß man wiſſen, daß alle Körper aus Theilen von Materie beſtehen, welche nicht gleich dicht ſind, ſondern Zwiſchenräume haben, folglich daß die Oberflächen dieſer Körper niemals vollkommen eben ſind; dieſe Erhabenheiten und Vertiefungen, obſchon unſerm Geſicht unmerklich, ſchwächen daher die Kraft der Körper, die ſich bewegen, merklich: denn wenn ein ſolcher Körper ſich auf einem andern bewegt, ſo legen ſich die Erhabenheiten auf der Oberfläche des einen in die Vertiefungen deſſen, der in Ruhe iſt, ſo daß, um über ſie wegzugehen und die Bewegung fortzuſezzen, entweder die Theile der Materie ſich abreiben müſſen, oder der Körper, welcher ſich bewegt, muß über ſeine Fläche ſich erheben und ſodann wieder ſenken, weil Erhabenheiten und Vertiefungen wechſelsweiſe auf einander folgen, keines kann aber erfolgen, ohne daß nicht der Körper an ſeiner Kraft verliere.

Alle Körper alſo, welche ſich bewegen, erleiden eine gewiſſe Anreibung; mithin auch die Zapfen der Räder und der Unruhen an Taſchen- und Pendeluhren, ſo daß folglich

*) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. S. 163.

die Kraft, welche wir berechnet haben, und welche von der bewegenden Kraft auf den Umkreis irgend eines Rads wirkt, vermöge eben dieſer Anreibung der Zapfen der Räder vermindert wird, daher denn dieſe bewegende Kraft verſtärkt werden muß, wenn man will, daß die Kraft auf den Umkreis ſo ſeyn ſoll, wie man ſie berechnet hat.

Von der Art und Weiſe die Anreibung zu vermindern.

Man verringert 1) die Anreibung, indem man die Zapfen der Räder, welche ſich mit einer Geſchwindigkeit bewegen, ſo ſchwach als möglich macht; 2) wenn man die Schwere dieſer Räder ſo gering als möglich macht, jedoch ſo, daß ſie noch eine gegen die Wirkung, welche ſie zu überwinden haben, verhältnißmäßige Stärke übrig behalten; 3) wenn man die Zapfen hart und vollkommen glatt macht; 4) wenn man die Theile des Körpers, über welchen die Zapfen rollen, ſo geſchloſſen als möglich macht; 5) wenn Zapfen von dem feinſten Stahle über eine Materie wegrollen, deren Zwiſchenräume von verſchiedener Art gegen diejenigen des Stahls ſind, wie z. B. Meſſing, oder eine Miſchung aus Zinn und Zink, die derjenigen gleich iſt, welche man zu Glokken braucht; noch beſſer wäre es, wenn man die Zapfen in Diamant laufen lieſſe, wenn es möglich wäre, ein Loch vollkommen fein darinn zu machen.

Endlich verringert man die Anreibung, wenn man zähe und flüßige Materien, als Oel, in die Löcher der Zapfen thut, oder überhaupt da, wo ſich irgend eine Anreibung an den Theilen äuſſert, weil dieſe Materie die Oeffnungen der Zwiſchenräume verſtopft, die Hölen ausfüllt, und die Erhabenheiten der Oberflächen gleich macht.

Die Betrachtung über die Anreibung iſt bei Taſchenuhren ein beſonders weſentlicher Gegenſtand, hauptſächlich aber in Rükſicht der Zapfen der Unruhe, wegen der großen Geſchwindigkeit der Bewegung, welche dieſer Regulator erfordert. Eben ſo verlangt nicht weniger das Steigerad einer Taſchenuhr oder jeder andern Uhr, daß man Rückſicht auf dieſe Anreibungen nehme, und daß man ſie ſo gering als möglich mache. Ueberhaupt muß man beinahe bei jedem Theile einer Uhr zu gleicher Zeit auf dieſe Anreibung ſehen. Ich werde mich hier blos bei denjenigen Verſuchen begnügen, welche ſich auf die Urmacherkunſt beziehen, und welche Muſſchembroek angeſtellt, bis ich etwa Gelegenheit erhalten dürfte, auf Maſchinen bedacht zu ſeyn, dergleichen Verſuche anzuſtellen oder zu wiederholen. Folgendes iſt ein Auszug der Verſuche jenes Naturkündigers.

Die nöthige Kraft, um eine Walze oder einen ſtählernen Stift, welcher recht rund und gut polirt iſt, in Lagern oder Löchern von Kupfer rollen zu laſſen, iſt $\frac{1}{6}$ des Gewichts der Walzen an den Umkreis des ſich reibenden Theils angewandt: es iſt alſo erforderlich, daß die Geſchwindigkeit gleich 0 oder ſehr gering ſei.

Eine

Eine ſolche Walze bedarf alſo den ſechſten Theil ihres Gewichts, wenn ſie ſich trokken in ihren Lagern bewegen ſoll, allein wenn man Oel dazu braucht, ſo iſt nur der achte Theil ihres Gewichts nöthig. Dieſe Größen drükken alſo die Stärke der Kraft aus, welche zu Ueberwindung der Anreibung nöthig iſt. Ein gleiches ereignet ſich beinahe, wenn man die Welle in meſſingenen Lagern laufen läßt, indeſſen wird, wenn man die Welle mit verſchiedenen Gewichten beſchwert, die Anreibung nicht ſo ſtark wie bei Lagern von Kupfer vermehrt.

Läuft die Welle in Lagern von Blei, ſo finden eben die nämlichen Anreibungen ſtatt, wie beim Meſſing.

Läßt man die Welle in Lagern laufen, welche gleichfalls von Stahl ſind, ſo muß man auf den Umkreis der Welle den vierten Theil ihres Gewichts rechnen, wenn ſie ſich trokken bewegen ſoll, mit Oel hingegen iſt dazu nur der ſechſte Theil nöthig.

Nach der Tafel des Muſſchembroek hierüber iſt die Anreibung, wenn man die Welle auf Lagern von Zinn ſich bewegen läßt, dem vorigen gleich, wenn dieſe Bewegung trokken geſchieht, d. i. dem vierten Theil des Gewichts der Walze.

Die Anreibung wird größer, wenn das Gewicht auf die Welle ſich vermehrt, ohnerachtet die Welle ſelbſt die nämliche bleibt, weil bei einer ſtärkern Laſt auf die Welle die Erhabenheiten der Oberfläche tiefer in die Hölungen der Lager gedrükt werden, daher denn, ehe ſich die Welle drehen kann, die Theile entweder gekrümmt werden, oder nahe an ihrem Anfange abbrechen müſſen; in beiden Fällen muß der Widerſtand gegen die Bewegung, d. i. die Anreibung ungleich größer werden; auch ſcheint es, daß die Anreibung ſich in einem ſtärkern Verhältniſſe vermehre, als die Laſt gegen die Welle iſt.

Wenn Körper ſich nicht ſehr geſchwind über einander bewegen, ſo iſt die Anreibung gewöhnlicher Weiſe nach dem Verhältniſſe der Geſchwindigkeit. Dieſes Verhältniß iſt indeſſen nicht ſtets gleich, denn wenn dieſe Bewegung der Körper ſehr flüchtig geſchieht, ſo vermehrt ſich die Anreibung beträchtlich. Hier müſſen wir zugleich anmerken, daß die Verſuche des Muſſchembroek über die Anreibungen, welche von Vermehrung der Oberfläche bei einerlei Laſt herrühren, nicht ganz zuverläßig ſcheinen. Amonton war der erſte, welcher behauptete, daß die Vermehrung der Oberfläche die Anreibung *) nicht vermehre, welches mir auch ſehr wahrſcheinlich iſt, obſchon dieſer Grundſaz von andern Phyſikern Widerſpruch erhalten hat; D. Desaguliers unterſtüzte die Meinung des Amonton durch Verſuche **). Man muß hier unter Vermehrung der Oberfläche die Lage des nämlichen metalli-

*) Mem. de l'Acad. 1699. p. 211.
**) Phyſ. exper. T. I. 270.

metalliſchen Körpers verſtehen, welchen man auf einer horizontalen Ebene bald flach, bald ſeitwärts bewegen läßt.

Dieſes muß man auch von einer Walze verſtehen, welche man auf ſchmälern oder breitern Lagern bewegen läßt, wo die Anreibung beinahe gleich oder doch von ſehr geringem Unterſchiede ſeyn wird. Allein wenn auch wirklich die Anreibung bei geringerer Oberfläche geringer wäre, ſo folgt doch daraus nicht, daß dieſe Art vorzuziehen ſei; denn wenn ein ſchwerer Körper, welcher ſich auf einem andern bewegt, nur auf einer ſchmalen Oberfläche aufliegt, ſo dringen izt die Theile der Materie tiefer ein, und werden durch die Bewegung zerriſſen, ſo daß dadurch alsdenn die Anreibung nothwendig ſich vermehrt und verändert.

Wenn man wechſelsweiſe einerlei Körper auf Zapfen von verſchiedenen Durchmeſſern bewegen läßt, ſo werden ſich die Anreibungen wie die Durchmeſſer vermehren. Die Art und Weiſe, die Wirkung der Anreibungen bei einer Maſchine zu berechnen, und die Stärke genau zu finden, welche auf das leztere Rad irgend einer Maſchine wirkt, findet man beim Desaguliers in ſeiner Phyſik T. I. S. 198.

Von der Wirkung des Oels, die Anreibung zu vermindern.

Das Oel als eine dikke Flüſſigkeit, deren Theile ſich in die Vertiefungen der Materie einlegen, es ſei nun Meſſing, worin die Zapfen laufen, oder Stahl, woraus die Zapfen beſtehen, verhindert, daß die Erhabenheiten der Zapfen nicht ſo ſtark in die Vertiefungen eines Körpers, worin jener ſich bewegt, eindringen, ſondern vielmehr über die gleichmäßig vertheilten Theile des Oels, wie über kleine Rollen hinglitſchen, ſo daß alſo nothwendig dadurch die Anreibung ſehr vermindert wird.

Die Anreibung bleibt immer die nämliche, ſo lange das Oel gleich flüſſig bleibt, verdikt ſich aber das Oel, ſo erhalten die Zapfen wieder einen größern Widerſtand, welches denn die Kraft zur Bewegung eines Rads oder der Unruhe nothwendig vermindert. Dieſe Wirkungen des Oels wollen wir jezt unterſuchen.

Das Oel verdikt ſich 1) in der Länge der Zeit, weil die flüchtigſten Theile deſſelben verdünſten; 2) verdikt es ſich oder wird weniger flüſſig, weil ſich einige Theilchen von den reibenden Oberflächen der Zapfen und Lager lostrennen, und ſich mit dem Oele verbinden; dieſe machen nebſt den herumfliegenden Atomen ein Amalgama, eine teigartige Materie, die nicht nur die bewegende Kraft des Rads oder der Unruhe vermindert, ſondern eben dieſe Materie nagt und zerſtört auch die Zapfen und die Lager. Es iſt daher ſehr nöthig, die

die Löcher der Zapfen ſo einzurichten, daß das Oel ſich daſelbſt lange Zeit in gewiſſer Menge erhalte, und daß ſich die Zapfen vermöge ihrer Bewegung nicht abnüzzen: eben ſo nöthig iſt es auch, ſich eines guten Oels zu bedienen, und von Zeit zu Zeit neues zu geben.

Um die Vernichtung der Theile der Zapfen und Lager zu verhindern, muß man hier das nämliche anwenden, was ich in Rükſicht des Aufhängens des Pendulum vermittelſt der Nuß erinnert, d. i. wenn die Unruhe oder ein Rad ſehr ſchwer iſt, ſo iſt es nöthig, damit die Anreibung der Zapfen ſich nicht nach dem Verhältniſſe der Laſt vermehre, daß die Zapfen eine größere Menge Materie darbieten, d. i. daß ſie länger gemacht werden: auf dieſe Art wird jeder kleine Theil des Zapfens keine größere Laſt zu tragen haben, als geſchehen ſeyn würde, wenn der Zapfen kürzer, und die Unruhe oder das Rad leichter wäre.

Endlich wird das Oel mehr oder weniger flüſſig und beweglich, je nachdem die Witterung warm oder kalt iſt: iſt ſie kalt, ſo verdikt ſich das Oel und gerinnt, ſo daß nicht allein die Zapfen nicht mehr über die kleinen Kügelchen oder Rollen wegglitſchen können, ſondern es bildet ſich daraus auch eine teigartige Materie, welche die Zapfen umgiebt, und ihr Beſtreben ſich zu bewegen, d. i. die Kraft des Rades oder der Unruhe, vermindert.

Dieſe für das Rad oder die Unruhe verlorne Kraft, wenn das Oel von der Kälte dik wird, iſt um ſo größer, als die Größe der Bewegung der Unruhe oder des Rades geringe iſt: hat man alſo ein Steigerad von einer Taſchen- oder Pendeluhr, oder eine Unruhe, deren Bewegung ſehr gering iſt, vorausgeſezt, daß das Oel zwiſchen den Zapfen flüſſig ſei, und ſezt es hierauf einer großen Kälte aus, ſo ereignen ſich von zweierlei Umſtänden einer, entweder der Widerſtand, welchen das verdikte Oel verurſacht, hebt alle Kraft der Bewegung des Rades oder der Unruhe auf und ſtört ſie, oder dieſer Widerſtand vernichtet einen großen Theil der Kraft des Rades. Iſt nun der Widerſtand merklich der nämliche, welches auch die Stärke der Bewegung des Rades oder der Unruhe ſei, ſo folgt daraus, daß je mehr das Rad oder die Unruhe Stärke hat ſich zu bewegen, deſto weniger wird die Verdikkung des Oels vermittelſt der Kälte deſſen Bewegung vermindern. Wenn daher die Kraft einer Unruhe A 12 mal größer iſt als diejenige der Unruhe B, und man nimmt an, das Oel werde durch die Kälte verdikt, und verringere die Stärke von B um die Hälfte, ſo wird die nämliche Kälte der Unruhe A nur den 24ſten Theil der Kraft benehmen: um alſo den Widerſtand des Oels zu überwinden, ſo wäre es nöthig, daß die Kraft, welche A bewegt, um den 24ſten Theil vermehrt würde, während daß zu Ueberwindung des Widerſtands des Oels bei B, die Kraft, welche deren Bewegung unterhält, doppelt ſei. Hieraus ſieht man, daß die von der Verdikkung des Oels verurſachten Veränderungen um ſo größer werden, als die Kraft der Bewegung des Rads oder der Unruhe geringe iſt; folglich wird alſo die Unruhe im Sommer, wenn das Oel flüſſig iſt, um den

24ſten

24ſten Theil mehr Kraft erhalten als im Winter, während daß diejenige auf B doppelt ſtärker wird, dieſe Ungleichheit in der Kraft von B wird nun aber eben ſolche Wirkungen hervorbringen als eine doppelt verſtärkte bewegende Kraft, welches denn nothwendig den Iſochronismus der Vibrationen, wie wir weiterhin zeigen werden, verändern muß.

Um alſo dieſe Wirkung des Oels zu vermeiden, muß man der Unruhe eine große Stärke der Bewegung geben, und zwar, je nachdem der Zapfen ſtärker und die Unruhe kleiner u. ſ. w. iſt.

Taſchenuhren, welche einen Monat oder ein Jahr gehen, haben nothwendig Unruhen, welche wenig Stärke der Bewegung beſizzen, daher müſſen auch die von der Kälte verurſachten Veränderungen darauf ungleich beträchtlichere Veränderungen bewirken, als auf Taſchenuhren von 30 Stunden, wenigſtens wenn man die Kraft nicht in dem Verhältniſſe der Zeit als ſie zu früh gehen, vermehren, oder die Anreibungen der Zapfen in dem nämlichen Verhältniſſe vermindern kann.

Wir können hier die wahre Größe der Anreibungen nicht unterſuchen: dieſe Berechnung hängt von einer ſehr großen Anzahl einzelner Verſuche ab, welche man über jeden Fall der Bewegung anſtellen müſte; bis izt fehlen uns noch dergleichen Verſuche, ſo wie ſie auch für die Uhrmacherkunſt unbrauchbar werden, denn wenn man irgend eine Maſchine zu bauen hat, ſo wird man durch folgende Mittel die Anreibungen auf die geringſte Größe herabſezzen.

1) Wenn man die Räder und andere Theile einer ſolchen Maſchine nicht größer und ſchwerer macht, als gerade nöthig iſt, den Widerſtand zu überwinden;

2) wenn man Sorge trägt, die Stärke und Länge der Zapfen nach der Laſt der Räder, oder der Unruhe, nach der Stärke der bewegenden Kraft und nach der Geſchwindigkeit verhältnißmäßig einzurichten;

3) daß die Materie, die man dazu gebraucht, ſo hart als möglich ſei, und darauf Rükſicht nimmt, daß man nicht zwei Körper von einerlei Meterie ſich auf einander bewegen laſſe z. B. Stahl auf Stahl, Meſſing auf Meſſing, ſondern vielmehr Stahl gegen Meſſing u. ſ. w.

4) daß man keine ſtärkere bewegende Kraft anwende, als gerade nothwendig iſt, die Maſchine in Bewegung zu unterhalten.

Hat man eine Maſchine ſolchergeſtalt gebaut, ſo wird eben dadurch die Anreibung ſo gering als möglich gemacht worden ſeyn, und dadurch alles, was man durch Rechnung mühſam herausgebracht, bereits gethan ſeyn.

Hat man nun einem Körper, einer Unruhe oder einem Regulator eine gegebene Bewegung mitzutheilen oder ſie zu unterhalten, ſo wird, wenn die bewegende Kraft und die Dauer des Ganges der Maſchine beſtimmt iſt, man in dieſem Falle durch Rechnung die Anreibung einer ſolchen Maſchine beſtimmen müſſen, um zu ſehen, ob die nöthige Kraft den Körper in Bewegung zu ſezzen, verbunden mit dem Widerſtande der Anreibung, nicht größer oder kleiner ſei, als die gegebene bewegende Kraft; allein dieſer ganz eigene Fall findet bei Maſchinen zu Abtheilung der Zeit niemals ſtatt, weil man ſtets die bewegende Kraft, je nachdem es nöthig iſt, es ſei für den Regulator, oder die Anreibungen der Räder u. ſ. f. zu überwinden, vermehren oder vermindern kann.

Beſonders merke ich hier in Rückſicht der Anreibungen einer Taſchen- oder Pendeluhr, ſo wie jeder andern Maſchine an, daß man nicht ſo ſehr auf die abſolute Größe der Anreibung Acht haben müſſe, als vielmehr daß ſie gleichförmig bleibe; denn ob auch ſchon eine Maſchine einer geringern Anreibung ausgeſezt wäre als eine andre, ſo darf man doch dieſerwegen noch nicht ſchließen, daß ſie beſſer wäre, wofern nicht dieſe Anreibungen von der Beſchaffenheit wären, daß ſie keiner Veränderung bei der Bewegung der Maſchine unterworfen wären, denn ohne dieſes wäre es beſſer, daß die abſolute Größe der Anreibung ſtärker wäre, und daß ſie zu gleicher Zeit während der Bewegung nicht abändere. Auf dieſe Art könnten freylich, wenn man eine ſchwerere Unruhe auf ſehr ſchwachen Zapfen in ſehr kleinen Löchern laufen ließe, die Anreibungen beträchtlich vermindert werden, allein der Druck der Unruhe würde die Erhabenheiten an der Oberfläche der Zapfen in die Vertiefungen an der Oberfläche der Löcher eindringen laſſen, welches unmerklich ſowohl die Oberfläche des Zapfens als auch der Löcher zerſtören würde: ſo wird ſich aber das Loch vergrößern und die Anreibungen werden allmälig ſtärker werden.

Eben ſo muß man auch bedenken, daß die Materie nur eine gewiſſe Laſt zu tragen vermögend iſt, ohne daß die Theile derjenigen, welche den Druck verurſacht, nicht auf diejenige, welche den Druck aushalten muß, Eindrücke erzeuge, und daß die Bewegung davon Theile abreiſſe; dieſe Größe muß daher nach der Härte der Körper verhältnißmäßig ſeyn: aus dieſem Grunde kann der Diamant eine ſehr große Laſt tragen, ohne von dieſem Drukke und von der Bewegung zu leiden. Kleinere Laſten wird man daher nach Maaßgabe des Druks auf weniger harte Körper anzuwenden haben, wofern man nicht die Oberfläche nach dem Verhältniße der Laſt und nach Maaßgabe der Härte der Körper vergrößert; bei Zapfen wird man daher die Länge ihrer Auflage ſo viel als man kann, eher als ihre Stärke vermehren müſſen, denn jenes vermehrt den Widerſtand gegen die Bewegung nicht, da hingegen dieſer Widerſtand vermöge der Stärke wie die Durchmeſſer der Zapfen zunimmt.

Bei den erſten Rädern muß man die Zapfen, je nachdem der Druck ſehr ſtark iſt, ſtärker und länger machen, und die Oberfläche verhältnißmäßig einrichten, um damit die Zapfen und Lager ſich nicht abnuzzen; nach Verhältniß aber je entfernter die Räder vom

 erſten

erſten ſind, d. i. wenn die Kraft abnimmt, muß man immer mehr die Stärke, Länge und Schwere der Räder vermindern.

Außer derjenigen Gattung von Anreibung, wovon wir geredet haben, giebt es auch noch eine andere, welcher alle Körper ausgeſezt ſind, nämlich die Luft.

Auf die Anreibung von der Luft muß bei Pendeln vermöge des Fortſtoßes, welchen die Linſe vermöge ihrer Bewegung verurſacht, Rückſicht genommen werden. Bei Unruhen in Taſchenuhren, und bei Rädern ſowohl in Taſchenuhren als Pendeluhren iſt die Anreibung der Luft ſo ſchwach, daß man ſie füglich überſehen kann; denn die Räder ſtoßen nur wenig Luft von ſich, und der Widerſtand, den dieſes Fluidum ihren Bewegungen entgegenſezt, da er beinahe immer ein und derſelbe bleibt, erzeugt nur eine ſehr unmerklich geringe Veränderung auf die Bewegung der Unruhen und der Räder. Um über die Wirkung des Widerſtandes der Luft beſſer urtheilen zu können, wollen wir das anführen, was Herr Daniel Bernoulli in den Mem. de l'Acad. 1747. S. 32. darüber angeführt hat, welche Abhandlung auch den Preis erhalten. Eine andre Urſache der Veränderung der vom Pendulum beſchriebenen Bögen, iſt die verſchiedene Dichtigkeit der Luft; iſt alles gleich, ſo ſind die Bögen umgekehrt verhältnißmäßig gegen die kubiſchen Wurzeln der Dichtigkeiten der Luft: nun iſt die größte Dichtigkeit der Luft zur geringſten in unſern Himmelsſtrichen ohngefähr wie 6 zu 5, alſo wird der gröſte Bogen zum kleinſten ſeyn wie $\sqrt[3]{6}$ zu $\sqrt[3]{5}$, oder wie 1062 zu 1000: wenn daher der gröſte Bogen 4 Grad 20 Sekunden wäre, ſo müßte der kleine 4 Grad 5 Sekunden ſeyn; dieſer Unterſchied beträgt in dem Gange einer Uhr ohngefähr drei Viertel einer Sekunde." Wenn alſo die Veränderung von der Schwere der Luft eine ſo geringe Veränderung auf das Pendulum bewirkt, welches viele Luft von ſich ſtößt, ſo wird ihre Wirkung auf die Unruhe um deſto geringer ſeyn. Zwar hat die Unruhe in Verhältniß der Stärke der Bewegung eine größere Oberfläche als das Pendulum, allein ſie treibt auch weniger Luft von ſich: im Folgenden wollen wir dieſe Wirkungen näher unterſuchen.

VI.

Von den Wirkungen der Wärme und Kälte auf die Taſchenuhren. Warum die Wärme je nach der Beſchaffenheit der Anreibung, der Einrichtung der Unruhe u. ſ. f. die Geſchwindigkeit der Vibrationen der Unruhe verzögert oder beſchleunigt und alſo ganz entgegengeſezte Wirkungen hervorbringt.*)

Obſchon die Geſchwindigkeit der Vibrationen der Unruhe vermöge der Spiralfeder beſtimmt iſt, ſo ereignet es ſich doch, daß die Kälte, indem ſie die Spannkraft der Spiralfeder

*) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. S. 173.

ralfeder vermehrt, die Vibrationen der Unruhe geſchwinder macht, ſo wie hingegen die Wärme, da ſie die Spiralfeder verlängert, ihre Kraft ſchwächt, daß daher die Vibrationen der Unruhe langſamer werden.

Die Geſchwindigkeit der Vibrationen einer Unruhe hängt nicht allein von der Kraft der Spiralfeder ab, denn wenn die Unruhe ſchwerer iſt, und die Spiralfeder die nämliche bleibt, ſo werden die Vibrationen nicht allein vermöge dieſer Vermehrung der Trägheit, ſondern auch vermöge des größern Widerſtands von den Anreibungen langſamer werden: wenn man alſo hier blos die Anreibungen der Zapfen betrachtet, ſo ſieht man, daß die Geſchwindigkeit der Vibrationen durch dieſe Anreibung nachläßt, und daß, je nachdem die Anreibungen einer Unruhe mehr oder weniger groß ſind, die Vibrationen geſchwinder oder langſamer werden. Nun macht die Kälte das Oel der Zapfen dik, welches denn die Anreibung noch mehr vermehrt, und ſolchemnach die Geſchwindigkeit der Unruhe vermindert.

Dies ſind zwei entgegengeſezte Wirkungen, die von einerlei Urſache (der Kälte) erzeugt werden. Vermöge der erſtern vermehrt die Kälte, da ſie die Spannkraft der Feder größer macht, die Geſchwindigkeit der Unruhe; und vermittelſt der zweiten macht eben die Kälte, daß die Geſchwindigkeit der Unruhe vermindert wird, indem ſie das Oel dikker macht. Das entgegengeſezte erfolgt durch die Wärme.

Nun wird dieſe Wirkung der Kälte auf das Oel der Zapfen der Unruhe um ſo merklicher, je größer die Anreibungen ſind, d. i. wenn 1) die Zapfen ſtärker ſind, 2) wenn die Unruhe kleiner iſt, 3) wenn der von den Zapfen durchlaufene Raum größer iſt. Eine Uhr alſo mit einer kleinen Unruhe, welche große Bogen beſchreibt und ſtarke Zapfen hat, muß bei Wärme ſpäter und bei Kälte langſamer gehen, denn in dieſem Fall verringert die Vermehrung der Anreibung die Bewegung der Unruhe, ſo daß die Vermehrung der Kraft der Spiralfeder auf ihre größere Geſchwindigkeit nicht wirken kann.

Das Gegentheil erfolgt, wenn die Unruhe ſehr groß iſt, die Zapfen hingegen ſehr ſchwach und wenn ſie kleine Bögen beſchreibt, denn in dieſem Fall werden die Anreibungen ſo gering als möglich gemacht, ſo daß ihre Vermehrung durch die Kälte die Bewegung der Unruhe nicht ſo viel zurükhalten kann, als die Vermehrung der Kraft der Spiralfeder ſie durch die nämliche Kälte beſchleunigt.

Wenn man nun izt annimmt, daß die nämliche Unruhe ſehr ſtarke Zapfen habe, ſo wird dieſes eine Anreibung verurſachen, welche die Geſchwindigkeit der Unruhe, je nachdem das Oel mehr oder weniger fließend iſt, verändern wird, d. i. wenn es kalt wird, und alſo das Oel ſich verdikt, ſo hält dies die Geſchwindigkeit der Unruhe zurük. Dieſe Geſchwindigkeit der Unruhe wird alſo von zwei entgegengeſezten Urſachen beſtimmt, erſtlich wodurch die Unruhe zu einem geſchwindern Gange gebracht wird, nämlich vermöge der

Spannkraft der Spiralfeder durch Kälte, zweitens wodurch die Bewegung der Unruhe vermittelſt der Kälte zurükgehalten wird, welches durch den Widerſtand des Oels geſchieht. Es giebt alſo eine gewiſſe Stärke der Zapfen, welche eine ſolche Wirkung hervorbringt, daß die Kälte eine Taſchenuhr langſamer gehen macht, ohnerachtet die Spannkraft der Spiralfeder durch die Kälte vermehrt wird: nämlich wenn die Zapfen ſehr dick ſind, und alſo der Widerſtand der Zapfen die Bewegung der Unruhe mehr zurükhält, als dieſe Bewegung vermöge der Spannung der Feder durch eben dieſe Kälte beſchleunigen kann. Dahingegen wird es aber auch einen Punkt geben, wo die Kälte die Geſchwindigkeit der Unruhe beſchleunigt, wenn nämlich die Zapfen ſehr ſchwach ſind, und mithin wenig Anreibung empfinden.

Eben ſo muß es endlich auch eine Stärke für die Zapfen der Unruhe geben, wo die Kälte ihre Bewegung weder beſchleuniget noch verzögert, wenn nämlich die Kälte die Bewegung der Unruhe vermöge der Vermehrung der Anreibung durch Kälte ſo viel verzögert, als eben dieſe Kälte, indem ſie auf die Spiralfeder wirkt, die Geſchwindigkeit der Unruhe zu vermehren ſucht, ſolchergeſtalt daß dieſe beiden Urſachen, welche ſonſt dem genauen Gange der Taſchenuhren ſchädlich ſeyn würden, ſich unter einander zerſtören, und auf ſie die gröſte mögliche Genauigkeit bewirken.

Nun wird man, anſtatt die Stärke der Zapfen verändern zu laſſen, welches nie geſchehen muß, wenn ſie einmal die für den Druk, den ſie erleiden müſſen, gehörige und verhältnißmäßige Stärke haben, durch Vermehrung oder Verminderung des durchlaufenen Raums das nämliche erhalten, d. i. 1) daß wenn die Zapfen einer Unruhe ſo ſchwach als möglich ſind, und man die Unruhe kleine Bögen beſchreiben läßt, die Kälte, welche auf die Zapfen wirkt, die Bewegung der Unruhe nicht ſo viel zurükhalte, als die nämliche Kälte, die auf die Spiralfeder wirkt, ſie zu beſchleunigen ſucht, d. i. eine ſolche Uhr wird bei der Kälte früher, bei der Wärme ſpäter gehen.

2) Daß, je nachdem man größere Bögen beſchreiben läßt, eben dieſe Kälte die Uhr nicht ſo frühe gehen laſſe, und bis daß, wenn die Bögen zu einer gewiſſen Größe gekommen, der Widerſtand von der Kälte gegen die Zapfen in Rükſicht ihrer Bewegung die Vibrationen mehr zurükhalte, als die von der nämlichen Kälte angeſpannte Feder ſie zu beſchleunigen trachtet. Es giebt alſo eine gewiſſe Gränze, wo man bei gegebener Unruhe, ſo wie bei ihrer Schwere und Stärke der Zapfen, die Wirkungen der Wärme und Kälte vernichten kann, indem man die Größe der Bögen entweder vermehrt oder vermindert. Dieſes iſt es, was man durch Vermehrung oder Verminderung der bewegenden Kraft erhalten wird, wie ich dies bei Erwähnung der Verſuche zeigen werde, die ich mit vieler Mühe zu Beſtätigung meiner Theorie angeſtellt habe.

Endlich wenn anſtatt die bewegende Kraft zu vermehren oder zu vermindern, man die Schwere der Unruhe vermehrt oder vermindert, ſo wird man gleichfalls zu dem Entzwekke gelangen, dieſe Veränderungen von Wärme und Kälte aufzuheben; denn wenn eine

Uhr

Uhr vermöge der Wärme (bei ſehr ſchwachen Zapfen) voreilt, ſo kann man ſchließen, daß die bewegende Kraft zu groß ſei, weil die von der Unruhe durchlaufenen Bögen zu groß ſind: macht man daher die Unruhe ſchwerer, ſo vermindert man dadurch die Größe der Bögen, wo man ebenfalls zugleich das Spätergehen der Taſchenuhr von der Kälte vermindert, und ſo umgekehrt u. ſ. f.

Es folgt alſo hieraus, daß die Bögen der Vibration, je nachdem die Unruhe eine mehr oder weniger ſtarke Bewegung hat, ſich verändern werden; denn wenn die Unruhe eine große Stärke der Bewegung hat, d. i. wenn ſie von einer ſtarken bewegenden Kraft angetrieben wird, ſo wird der Widerſtand des Oels auf dieſe Kraft weniger Wirkung äußern können. Um alſo die Wirkung der Wärme und Kälte auf die Spiralfeder zu kompenſiren, wird die Unruhe große Bögen beſchreiben müſſen; und hingegen wenn die bewegende Kraft ſchwach iſt, ſo hat die Unruhe eine geringere Kraft der Bewegung, und der Widerſtand des Oels kann auf die Stärke der Bewegung mehr Einfluß äußern: der Bogen der Vibration wird alſo weniger groß ſeyn müſſen. Aus dieſer Urſache geſchieht es denn, daß bei Taſchenuhren mit langſamen Vibrationen, deren Größe der Bewegung ſchwach iſt, man das Heben der Hemmung etwas verringern muß, um daß bei dieſer Verringerung der Bögen der Vibration, um die Veränderungen durch Wärme und Kälte zu verhindern, die Bögen größer als diejenigen des Hebens werden: Macht man von dieſer Anmerkung Gebrauch, ſo wird man endlich die Wirkungen von Wärme und Kälte auf Taſchenuhren, die einen Monat gehen, kompenſiren können.

Uebrigens iſt dieſe Materie ſehr verwikkelt und erfordert, um allen Fehlern zu entgehen, tiefe theoretiſche Kenntniſſe, ohne welche man leicht auf einen entgegengeſezten Fehler ſtoßen dürfte, nämlich man könnte leicht die bewegende Kraft ſchwächen, wenn man die Schwere der Unruhe vermehren ſollte, oder die Zapfen ſchwächen, wenn man ſie ſtärker machen ſollte. Ich werde hier das Verfahren angeben, deſſen ich mich bei meinen Verſuchen bedient, welches dieſen Gegenſtand mehr aufklären wird.

Endlich folgt noch aus dieſen Grundſäzzen, daß die Schweren der Unruhen die Bögen, welche ſie durchlaufen, auf vielerley Art verändern, und daß dieſes von der Stärke der Zapfen, von der Größe der bewegenden Kraft, von der Anzahl der Vibrationen, von der Größe der Unruhen abhängt, ſo wie daß die Verhältniſſe ſogleich ſich verändern, ſobald einer oder mehrere dieſer Umſtände abändern. Man kann daher nicht genau die abſolute Größe dieſer Dinge beſtimmen, ohne vorher gute an Taſchenuhren angeſtellte Verſuche gemacht zu haben, wo man die Anreibungen auf die verhältnißmäßige Stärke gebracht, und ſie nach den gegebenen Grundſäzzen gebauet: nur dann wird man auf andere ſchließen können, die, wenn ſie verſchiedene Dimenſionen haben, die gröſte Genauigkeit haben werden, welche nur möglich ſeyn kann, ihnen zu geben. Dieſes werden wir in dem folgenden Kapitel zeigen, nachdem ich vorher einige Verſuche angeführt haben werde.

Wenn man die Anreibungen oder Wirkungen des Oels auf die Taſchenuhren ganz aufheben könnte, ſo würden nunmehr von den Veränderungen der Temperatur beträchtliche Einwirkungen auf dieſelbe erfolgen; denn nunmehr würde eine Uhr, wenn die Kälte oder Wärme allein auf die Spiralfeder wirkt, indeß dieſe einer größern oder geringern Elaſticität vermittelſt der Kälte oder Wärme fähig iſt, früher oder ſpäter gehen, je nachdem ſie mehr oder weniger der Wärme ausgeſezt wäre, woher man ſieht, daß dieſes Hinderniß von Oel und von der Anreibung, welches dem genauen Gange einer Uhr entgegen zu ſeyn ſcheint, vielmehr eine von den Haupturſachen ihres genauen Ganges wird. Denn wenn die Wirkung der Kälte auf die Spiralfeder die Vibrationen der Unruhe zu beſchleunigen ſucht, ſo vermindert eben die Wirkung auf das Oel die Freiheit der Unruhe, und macht die Vibrationen ſpäter. Nur durch Vereinigung dieſer Wirkungen geſchieht es, daß man beide aufheben, und die Wirkung der Wärme und Kälte auf die Taſchenuhr kompenſiren kann. Hat man bis gegenwärtig Uhren gebaut, welche richtig gehen, ſo iſt es blos geſchehen, ohne ſelbſt vielleicht den Gedanken darauf gehabt zu haben, weil die Anreibungen für ſich ſelbſt die Wirkung der Wärme und Kälte auf die Spiralfeder erſezt haben.

In Rükſicht der Wirkungen, welche Kälte oder Wärme auf die Hauptfeder einer Taſchenuhr verurſachen, ſo glauben wir, daß wir ſie übergehen können, da dieſes nur ſehr ſchwach auf den Gang des Regulators Einfluß haben kann, denn wenn auf der einen Seite die Kälte die Stärke der Hauptfeder vermehrt, ſo vermehrt auf der andern Seite die Kälte den Widerſtand oder die Anreibungen der Räder vermöge des Verdikkens des Oels der Zapfen, ſolchergeſtalt, daß die dem Regulator vermöge des Steigerads mitgetheilte Kraft beinahe die nämliche bei der Kälte ſowohl als bei der Wärme iſt. Indeſſen wollen wir doch hier noch beſonders die Wirkung betrachten, welche die Verdikkung des Oels auf eine Taſchenuhr ſowohl mit dem Zylinder als mit dem Steigerad verurſachen kann.

Die bewegende Kraft der Taſchenuhren iſt vermöge des Schnekkens beinahe immer gleichförmig die nämliche, und obſchon mit der Zeit die Feder an Kraft verliert, ſo iſt doch dieſe Verminderung nicht ſehr beträchtlich, um große Veränderungen zu bewirken; allein das was die Wirkung der bewegenden Kraft auf den Regulator vermindert, iſt das Verdikken des Oels. Wir wollen ſehen, welche Wirkung dieſes auf eine Taſchenuhr mit dem Zilinder ſowol als mit dem Steigerade hervorbringt. Die Verminderung der bewegenden Kraft in einer Taſchenuhr mit dem Zilinder, vermindert den Druk des Rades auf den Zilinder, wodurch ſie geſchwinder geht, ſo wie wir oben erklärt und durch Verſuche gezeigt haben; allein ſo wie das Oel der Zapfen der Räder ſich verdikte, eben ſo verdikt ſich auch das Oel der Zapfen der Unruhe, welches denn die Vibrationen der Unruhe zurükhält; es kann ſich daher ſehr wohl ereignen, daß in einer Taſchenuhr mit dem Zilinder die Verdikkung des Oels den genauen Gang nicht verändert, weil die vermöge der Verminderung der Kraft, welche die koagulirten Oele den Rädern rauben, verurſachte Beſchleunigung durch den Aufhalt erſezt werden kann, welchen das Oel der Zapfen der Unruhe verurſacht, wenn es verdikt wird.

Wir

Wir werden weiter unten ſehen, daß bei Taſchenuhren mit dem Steigerade, die Verminderung der bewegenden Kraft ſie verſpätet; da nun die koagulirten Oele die Wirkung der Räder auf die Hemmung verringern, ſo wird dies eben das ſeyn, als ob man die bewegende Kraft verminderte; die Verdikkung des Oels macht alſo, daß eine Uhr mit dem Steigerade ſpäter geht. Allein zu dieſer Urſache des ſpätern Ganges geſellt ſich eine andre, nämlich die Verſpätung vermöge der Verdikkung des Oels der Zapfen der Unruhe: eine Uhr mit dem Steigerade muß alſo ſpäter gehen, je nachdem die Oele ſich verdikken, während daß bei Zilinderuhren ſich dieſes erſezzen kann; dieſes iſt vielleicht der einzige Vortheil einer Zilinderuhr vor einer mit dem Steigerade.

Uebrigens muß die Größe der von der Verdikkung der Oele verurſachten Veränderung abwechſelnd ſeyn, je nachdem die Anreibungen mehr oder weniger ſtark ſind, und beſonders nach dem Verhältniſſe der Stärke der Bewegung der Taſchenuhr und dem Widerſtande der Oele; denn wenn die Stärke der Bewegung einer Taſchenuhr ſehr groß iſt, ſo wird der Widerſtand des Oels vermöge der Kälte geringere Einwirkungen veranlaſſen, wie wir ſchon gezeigt haben: eben dieſes iſt auf verdikte Oele anwendbar.

Endlich kann es ſich bei Zilinderuhren zutragen, daß das Verdikken des Oels auf ſie einen geſchwindern Gang bewirkt; wenn z. B. die Zapfen der Räder ſehr ſtark wären, und diejenigen der Unruhe ſehr ſchwach, indeß die Unruhe groß iſt und eine große Stärke der Bewegung hat; denn wenn die Zapfen der Räder ſtark ſind und das Oel dikker geworden, ſo werden ſie einen großen Theil der Wirkung des Hemmungsrades auf den Zilinder vermindern, welches denn nothwendig die Vibrationen beſchleunigen wird; nun nehmen wir an, daß die Zapfen der Unruhe ſehr ſchwach und die Unruhe groß iſt, die Verdikkung des Oels dieſer Zapfen wird daher die Vibrationen der Unruhe nicht ſo viel verzögern, als die Verminderung der Kraft des Hemmungsrades ſie beſchleuniget: die Uhr wird alſo vermöge der Verdikkung des Oels voreilen.

Das entgegengeſezte erfolgt, wenn man die Unruhe ſehr klein oder mit ſtarken Zapfen u. ſ. f. annimmt, ſo daß die Zapfen der Räder verhältnißmäßig kleiner ſind.

Aus dieſen verſchiedenen Unterſuchungen läßt ſich ſchließen, wie ſehr die Taſchenuhren vermöge der unendlichen Verſchiedenheit der Kombinationen, deren ſie fähig ſind, ganz entgegengeſezten Veränderungen unterworfen ſind, wenn ſie nicht auf Grundſäzze gebauet werden; auch iſt es gewiß, daß wenn man auf dieſe Kombinationen nicht Acht hat, welche größtentheils faſt allen entgangen, die ſich mit der Uhrmacherkunſt beſchäftiget haben, es blos auf ein Ohngefähr ankommt, wenn eine Uhr einen hinlänglich guten Gang hat.

Die Taſchenuhren mit dem Steigerade haben dieſen ſehr weſentlichen Vortheil, daß ſie die Mittel erleichtern, die Maſſe der Unruhe gegen die bewegende Kraft verhältnißmäßig zu machen, welches ſelbſt ein ſehr wenig geübter Künſtler im Stande iſt. So iſt nach unſern

unſern Grundſäzzen, wenn eine ſolche Taſchenuhr vermöge der Wärme voreilt, dies ein Beweis, daß die Unruhe zu leicht iſt: nun läßt ſich ihr leicht eine ſolche Schwere geben, auf welche weder Wärme noch Kälte Einfluß haben können, indem man der Unruhe 24 Minuten *) giebt, und ſie regulirt, worauf man ſie in Wärme und Kälte probirt. Macht die Wärme auf die Uhr eine Verſpätung, ſo zeigt dies an, daß die Unruhe zu ſchwer iſt, und ſo giebt man ihr 25 bis 26 Minuten, welches gegen die Anreibungen der Zapfen verhältnißmäßig iſt, wozu man ſich leicht eines Maaßes bedienen kann, um die Zapfen ſtets von einerlei Stärke zu machen; giebt man nun der Unruhe immer einerlei Schwere, ſo kann man, ohne jede Uhr beſonders zu prüfen, ſie alle darnach bearbeiten, und wegen ihres Ganges auf dieſe Art ganz ſicher ſeyn.

Wenn zuweilen Zilinderuhren beſſer gehen als Uhren mit dem Steigerade, ſo geſchieht es, weil die Arbeiter, welche ſie machen, ungleich mehr Sorgfalt darauf verwenden, welches gleichfalls der Fall bei Uhren mit dem Steigerade ſeyn würde, wenn man dieſe Sorgfalt bei ihrem Baue verwendete. Allgemein betrachtet ſind Zilinderuhren in ihren Grundſäzzen weniger vollkommen, und zwar um ſo mehr, als wenig Arbeiter genug Kenntniſſe haben, ſie gehörig zu bauen, oder auch nur anzurichten, eine Sache, worauf man immer Rükſicht nehmen muß, weil der gröſte Theil unſrer Arbeiter auswärts geht; ereignen ſich nun da Zufälle, ſo kann ihnen nicht abgeholfen werden, welches indeſſen noch das geringſte Hinderniß wäre, wenn der Mechanismus ſelbſt nur einer größern Genauigkeit fähig wäre.

VII.

Verſuche, um die Grundſäzze zu berichtigen, welche die Wirkungen der Wärme und Kälte auf die Taſchenuhren verurſachen, und von dem Verfahren, ſie zu verbeſſern. **)

1. Verſuch. Jch nahm eine Zilinderuhr, welche 18720 Vibrationen machte, und deren Unruhe klein war: als ich ſie 10 Stunden in meiner Uhrtaſche bei mir getragen hatte, ſo gieng ſie um 1 Min. 40 Sek. zu früh, welches in 24 Stunden 4 Minuten beträgt. Jch hieng ſie hierauf in eine Kälte von 4 Grad über dem Eispunkte; in 8 Stunden blieb ſie um 3 Min. $\frac{1}{2}$ zurük, folglich in 24 Stunden und 10 Min. $\frac{1}{2}$. Nun wäre ſie in gleicher Zeit um 4 Minuten vorgeeilt, wenn ich ſie bei mir getragen, d. i. in einer Temperatur von 27 Grad ***). Der von der Wärme und Kälte verurſachte Unterſchied iſt

*) Dieſer Ausdruk bei den Künſtlern bedeutet, daß die Uhr um 36 Minuten innerhalb einer Stunde ſpäter gegangen ſeyn würde, wenn man von der Unruhe die Spiralfeder weggenommen.

**) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. S 181.

***) Um den genauen Gang der Taſchenuhren oder ihre Veränderungen durch Wärme und Kälte zu berichtigen, trage ich ſie in der Uhrtaſche bei mir: und um die Wärme zu wiſſen, der ſie

iſt alſo 14 Min. $\frac{1}{2}$ in 24 Stunden. Da nun die Unruhe, die klein war und ſtarke Zapfen hate, ſehr große Bögen beſchrieb, ſo fieng ich damit an, daß ich ihr eine ſchwerere Unruhe gab, wo dann die Uhr, ſo wie ſie eingerichtet war, zuſehends ſpäter gieng: In dieſem Zuſtande ließ ich ſie in der Kälte gehen, worauf ich ſie zu mir ſtekte, und anſtatt innerhalb 24 Stunden um 14 Min. $\frac{1}{2}$ zu ſpät zu gehen, ſo betrug dieſes nunmehr in der nämlichen Zeit nicht mehr als 3 Minuten. Da ich mit dieſer Näherung noch nicht zufrieden war, ſo machte ich die Zapfen der Unruhe ſchwächer, um die Anreibung zu vermindern, und regulierte ſie ſodann aufs neue. Folgendes war meine Bemerkung.

Nachdem ich ſie aufgehangen, gieng ſie innerhalb 13 Stunden um 11 Sekunden zu früh, legte ich ſie, ſo betrug das Voreilen in 13 Stunden 55 Sekunden, mithin war dieſer Unterſchied beim Legen der Uhr*) 44 Sekunden. Ich trug ſie bei mir 9 Stunden, wo ſie um 35 Sekunden zu ſpät gieng, dies hätte innerhalb 24 Stunden 93 Sekunden betragen: der Kälte ausgeſezt, gieng ſie innerhalb 24 Stunden um 26 Sekunden zu früh, ſo daß alſo die Wärme meiner Uhrtaſche ſie innerhalb 24 Stunden um 2 Minuten zu ſpät machte. Während daß alſo die Wärme ihr einen geſchwindern Gang gab, ehe ich dieſe Veränderungen mit ihr unternommen, welcher 14 Min. $\frac{1}{2}$ betrug, hob nunmehr dieſe Korrektion nicht allein ihre erſte Wirkung auf, ſondern machte auch, daß die Wärme einen langſamern Gang ihr gab, anſtatt daß ſie vorher vorgeeilt war.

Izt nahm ich noch etwas von der Unruhe weg, wo ſie denn nach der Regulirung innerhalb 24 Stunden von Kälte und Wärme nicht mehr als um 20 Sekunden früher gieng.

Aus dieſem Verſuche erhellet 1) daß ſo wie ich die Schwere der Unruhe vermehrte, die Größe der Bögen im Gegentheil verminderte, ſolchemnach die Taſchenuhr anſtatt innerhalb 24 Stunden um 14 Min. $\frac{1}{2}$ ſpäter zu gehen, dies in eben dieſer Zeit nur 3 Min. betrug; 2) daß ſo wie ich die Zapfen ſchwächte, dadurch zugleich die Anreibung ſich verminderte, ſo daß ſie nunmehr anſtatt von der Kälte um 3 Min. ſpäter zu gehen, ſie hingegen um 2 Min. voreilte. Nachdem ich endlich die Schwere der Unruhe vermindert, wodurch die Bögen größer wurden, ſo gieng die Uhr in der Kälte und Wärme weder früher noch ſpäter. Dieſer Verſuch beweiſt alſo das, was ich oben hierüber geſagt habe, Grundſäzze, von

ſie ausgeſezt ſind, habe ich ein kleines Thermometer nach Reaumurſcher Skale gemacht; dies trage ich gleichfalls neben bei, um daher die Temperatur zu ſehen, und dadurch auf die Veränderungen der Taſchenuhren zu ſchließen.

*) Ich habe dieſe Wirkung vom Legen gegen das Aufhängen aus dem Grunde nicht abändern wollen, weil, wenn eine Uhr getragen wird, ſie doch immer mehr liegt als hängt; nun geht hiebei die Uhr wirklich von der Wärme zu ſpät, daher wird das von der horizontalen Lage verurſachte Voreilen dienen, den von dem Verweilen in der Taſche verurſachten ſpätern Gang zu verbeſſern, wie ich es auch vermittelſt der Erfahrung beſtätigt gefunden habe; denn dieſe Uhr machte innerhalb 24 Stunden nur eine Veränderung von 20 Sekunden, ob man ſie ſchon der Wärme und Kälte ausſetzte.

von denen man vorher weder etwas gewußt, noch in einem Werke über Taſchenuhren erwähnet hat.

2. Verſuch. Eine Taſchenuhr mit dem Steigerade machte von Wärme und Kälte beträchtliche Veränderungen; denn war ſie in einer mittlern Temperatur von 10 Grad regulirt worden, ſo verweilte ſie, wenn ich ſie dem Gefrierpunkte ausſezte, innerhalb 8 Stunden um 5 Minuten, welches vermöge meiner gegebenen Grundſäzze ein Beweis war, entweder daß die Unruhe zu leicht, oder die bewegende Kraft zu groß, oder die Zapfen zu ſtark wären, oder daß endlich alles dies Einfluß darauf haben könnte; um aber die Wirkungen bei Anſtellung eines zweifelhaften Verſuchs nicht zu verwikkeln, machte ich zuerſt die Hauptfeder ſchwächer, und da die Uhr ohne Spiralfeder 27 Min. vor Schwächung der Hauptfeder machte, ſo machte ſie nunmehr nachher in einer Stunde ohne Spiralfeder 24 Minuten. Nun regulirte ich die Uhr aufs neue, und ließ ſie in meiner Uhrtaſche gehen. deren mittlere Wärme 27 Grad über den Eispunkt iſt: hierauf ließ ich ſie in der Kälte des Eispunkts gehen, wo ſie noch um beinahe 2 Minuten zurükblieb: mithin war das, was ich gethan, noch nicht genug. Da nun aber die bewegende Kraft nur ſo groß war, daß die Uhr blos ihren gehörigen Zug hatte, die Zapfen der Unruhe aber ſehr ſtark waren, und die Unruhe klein und gegen den Mittelpunkt zu ſchwer, welches nothwendig die Anreibung der Zapfen vermehren muſte, ohne die Trägheit der Unruhe zu vermehren, mithin dieſes dazu beitrug, das Verweilen durch die Kälte größer zu machen, ſo ſchwächte ich die Unruhe gegen den Mittelpunkt, und verminderte ihre Schwere um den ſiebenten Theil. Ich verſuchte ſie izt aufs neue ohne Spiralfeder, und ſie machte wie vorher 24 Min. in 1 Stunde, als ein Beweis, daß die Trägheit der Unruhe noch die nämliche war; allein die Spiralfeder war zu ſtark, wenn ich ſie auf dem nämlichen Punkte ließ, wo ſie vor der Schwächung des Mittelpunkts der Unruhe war, da ſie izt eine geringere Maſſe zu bewegen hatte, und die Anreibungen der Zapfen dadurch vermindert waren. Ich puzte endlich die Uhr aus, ſezte ſie zuſammen und regulirte ſie nach einer Temperatur von 5 Grad, trug ſie darauf in meiner Taſche, wo ſie in 12 Stunden um eine Minute ſpäter gieng. Vermittelſt dieſer Korrektion blieb alſo die Uhr, welche anfangs von der Wärme voreilte, nunmehr von eben dieſer Wärme zurük, welche Wirkung die Verringerung der Anreibung bewirkte: ſo wie ich nun nach und nach unmerklich die Schwere der Unruhe verminderte, ſo beſchrieb ſie größere Bogen, daß endlich die Uhr von Wärme ſowohl als Kälte weder früher noch ſpäter gieng: welcher Verſuch gleichfalls die Wahrheit meiner Grundſäzze beſtätiget.

In Rükſicht einer Taſchenuhr, deren Zapfen der Unruhe ſtark ſind, und die Unruhe ſelbſt klein iſt, merke ich hier noch an, daß ſie friſch ausgepuzt, ſehr richtig wird gehen können; allein nach Maaßgabe als ſich das Oel verdikt, werden die Anreibungen größer werden, und ſie wird auf dieſe Art nothwendig ſpäter gehen, wo ſie denn von Wärme und Kälte Veränderungen unterworfen ſeyn wird: denn eine ſolche Maſchine, welche nicht gehörig gebaut iſt, iſt den Veränderungen beſtändig unterworfen.

Wenn

Wenn eine Taſchenuhr in der Wärme voreilt, ſo iſt das beſte Mittel ſie zu verbeſſern, nicht immer die bewegende Kraft zu ſchwächen; denn wenn die Zapfen der Unruhe ſehr ſtark ſind, und die Unruhe ſehr leicht, ſo wäre es beſſer, eine andere ſchwerere zu machen, und die Zapfen zu ſchwächen; man vermehrt dadurch die Stärke der Bewegung, mithin werden die Veränderungen von den Oelen nicht ſo merklich.

Der Widerſtand oder die Anreibung der Zapfen der Unruhe macht Veränderungen je nachdem das Oel mehr oder weniger friſch und flüßig iſt, denn ſind die Oele friſch, ſo vermindern ſie die Anreibung der Zapfen mehr, und die Unruhe geht friſcher, und ſo im entgegengeſezten Falle; aus dieſer Urſache geſchiehet es denn, daß nach Maaßgabe als das Oel dikker wird, die Uhr ſpäter geht, welches ebenfalls unſre Theorie beſtätiget. Es iſt alſo weſentlich nothwendig, der Unruhe die gröſte mögliche Kraft zu geben, um die Ungleichheiten der Anreibung zu überwinden, die Stärke der Zapfen zu ſchwächen u. ſ. f. Auf dieſe Art werden die Anreibungen immer gleichförmig; und damit die Verweilung, welche die Kälte auf die Zapfen verurſacht, die Beſchleunigung erſezze, welche eben dieſe Kälte auf die Spiralfeder bewirkt, ſo muß die Unruhe größere Erſezzungsbögen beſchreiben, d. i. über diejenigen des Hebens. Man ſieht hieraus, daß die Bögen, welche die Unruhen beſchreiben müſſen, nach der mehr oder wenigern Anreibung der Zapfen ſich ändern u. ſ. w. mithin je vortheilhafter Zapfen und Unruhe gemacht ſind, je nöthiger iſt es, daß ſie große Bögen beſchreibe; hingegen muß eine kleine Unruhe, die ſtarke Zapfen hat, nur die Bögen des Hebens beſchreiben.

Ich habe eine große Menge Verſuche angeſtellt, welche alle meine Theorie beſtätiget haben: auch ſind eben dieſe Grundſäzze auf Zilinderuhren, und auf ſolche mit irgend einem Steigerade anwendbar, als welches zur Sache nichts weiter beiträgt.

Als etwas ſonderbares, was ich beobachtet habe, iſt, daß wenn die bewegende Kraft einer Taſchenuhr nach Verhältniß der Stärke der Unruhe ſehr groß iſt, die Uhr horizontal gelegt, voreilen, und perpendikular gehangen, zu ſpäte gehen wird, ſo wie man aber die bewegende Kraft ſo vermindert, bis ſie genau die nöthige Stärke erhalten hat, wird auch die Uhr im Hängen nicht abändern.

Es ſcheint alſo, daß die Urſache, welche auf der Uhr in dieſen beiden Lagen Abänderungen bewirkt, nämlich der Unterſchied der Anreibungen, die nämliche ſei, wie diejenige, die Veränderungen von Wärme und Kälte verurſacht; und daß wenn eine Uhr gut gebaut iſt, und auf den Punkt gebracht worden, wo ſie durch Wärme und Kälte nicht abändert, ſie keine Veränderungen mehr machen werde, man lege ſie flach oder hänge ſie vertikal auf.

Wenn aber doch eine gutgebaute Taſchenuhr vermöge der verſchiedenen Temperaturen bei dieſen beiden Lagen abweicht, ſo kann man ihnen auf folgende Art beikommen. 1) Um daß ſie aufgehangen voreile, halte man die Uhr an, und bemerke den höchſten

Punkt der Unruhe im Aufhängen; man ſchwäche die Unruhe um etwas weniges d. i. gegen den Punkt den man angemerkt hat; nunmehr wird die Uhr aufgehangen voreilen, denn der untere Theil der Unruhe ſtrebt mit mehr Geſchwindigkeit zurükzufallen, nachdem der Zahn des Steigerades, wenn er los geworden, ſie zurükfallen läßt: dieſer Punkt iſt ſchwerer, und nimmt an der Eigenſchaft des Penduluums Antheil; allein man muß anfangs nur ſehr wenig abnehmen, und ſo nach und nach gehen, bis daß die Unruhe flach gelegt und aufgehangen regulirt ſei. 2) Hat man zu viel von der Höhe weggenommen, oder die Uhr geht aufgehangen mehr als im Liegen vor, ſo muß man von dem untern Theile der Unruhe abnehmen. Indeſſen iſt hiebei ſehr große Behutſamkeit zu beobachten, ſo wie ſich dieſes auch an einer gut gebauten Uhr ſehr ſelten zutragen wird.

Wir wollen hier noch zweier Verſuche erwähnen, welche zum Beweis des Grundſazzes über den Widerſtand des Oels dienen, wenn die Kräfte der Bewegung der Unruhen mehr oder weniger groß ſind.

1. Verſuch. Eine Taſchenuhr mit dem Steigerade blieb noch von der Kälte zurük, ohneracht et des gegebenen Verhältniſſes der bewegenden Kraft zur Unruhe, welche nur 24 Minuten machte; es war alſo vermöge meiner Grundſäzze offenbar, daß der Widerſtand des Oels durch die Kälte einen großen Theil der bewegenden Kraft der Unruhe raubte, was denn nothwendig den langſamern Gang verurſachte: ich nahm alſo eine ungleich ſtärkere Feder, und machte eine ſchwerere Unruhe, welche 25 Min. machte; ich regulirte die Uhr in meiner Taſche, und nachdem ich ſie in der Kälte gehen laſſen, welche einen Grad über dem Eispunkt war, ſo gieng ſie in 14 Stunden um 1 Minute zu früh; ſolchemnach hatte ich alſo den Widerſtand des Oels vermindert, ſo wie ich die bewegende Kraft vermehrt hatte. Der dieſerhalb gegebene Grundſaz iſt alſo durch Erfahrung beſtätiget; bei einer ſehr geringen Verminderung der Schwere der Unruhe gieng die Taſchenuhr ſowohl in der Wärme als Kälte weder zu früh noch zu ſpät.

Dieſer Verſuch beweiſt, daß wenn die Zapfen der Unruhe ſtark, und die Unruhe klein iſt, eine größere Stärke der Bewegung nöthig ſei, und daß alſo wenn eine ſolche Uhr von der Kälte zurükbleibt, man die Stärke der Feder verhältnißmäßig nach derjenigen der Unruhe vermehren müſſe.

2. Verſuch. Eine Zilindertaſchenuhr hatte eine Unruhe, welche 4 Gran $\frac{1}{2}$ wog; ſie war in Rükſicht der bewegenden Kraft, welche 7 Quentchen $\frac{1}{2}$ war, viel zu leicht. In dieſem Zuſtande gieng ſie, regulirt in meiner Uhrtaſche, innerhalb 14 Stunden um 10 Minuten bei einem Grade der Kälte unter dem Eispunkt zu langſam. Ich ſchwächte daher die Feder, ſo daß ſie nur 5 Quentchen $\frac{1}{4}$ zog, und ſo erhielt ſie den richtigen Zug; ich regulirte ſie in meiner Taſche, und nachdem ich ſie hierauf der Kälte 14 Stunden ausſezte; ſo blieb ſie um 5 Minuten zurük: dies beweiſt nach meinem gegebenen Grundſazze, daß der Widerſtand des Oels verhältnißmäßig zur Stärke der Unruhe zu groß war. Ich ließ hierauf

auf eine Feder machen, welche 8 Quentchen ¼ zog, und e'ne Unruhe, welche 7 Gran wog: ich regulirte die Uhr in meiner Taſche aufs neue, und ſezte ſie darauf 14 Stunden einer Kälte einen Grad unter dem Eispunkte aus, wo ſie um 2 Minuten zu früh gieng. Dieſer Verſuch zeigte daher gleichfalls, was ich ſchon angeführt habe: um nun dieſe Veränderung von Wärme und Kälte ganz aufzuheben, mußte die Schwere der Unruhe vermindert werden.

Wenn eine Taſchenuhr ganz neu iſt, ſo muß die Unruhe größere Bögen beſchreiben, weil izt das Oel flieſſend iſt, die Zapfen und alle reibende Theile noch ganz ihre Politur haben, welches denn nothwendig mehr Freiheit verſchaft, und übrigens die Feder ihren völligen Zug hat. Die Uhr muß daher von der Wärme voreilen, als ein Beweis, daß die bewegende Kraft etwas zu ſtark iſt; allein ſo bald als die Uhr dieſen Zuſtand verläßt d. i. wenn die Feder ſich geſezt, die Zapfen und andre Theile ihre Politur verloren, ſo wie das Oel ſeine Flüßigkeit, ſo wird ſie jezt gleichförmig werden, und die Uhr weder von Kälte noch Wärme voreilen, welches nicht geſchehen wäre, wenn ſie gleich anfangs dieſen Zuſtand gehabt, daß Kälte und Wärme keinen Einfluß auf ſie geäußert.

VIII.

Von der Anwendung der Hemmungen und ihren Eigenſchaften: von dem Iſochronismus der Vibrationen der Unruhe; wie man dazu gelangen könne. *)

Bis hieher habe ich von dem Regulator der Taſchenuhren gehandelt, die Grundſäzze für den genauen Gang dieſer Maſchinen errichtet und erklärt, ohne auf die Hemmung ſelbſt Rükſicht zu nehmen, indem ich dieſen Mechanismus blos auf die einfache Wirkung einer Art Eingriff zurükgeführt, welche der Unruhe die Bewegung giebt und unterhält. Ich habe mich daher ſehr von denen entfernt, welche vor mir geſchrieben haben, die der Hemmung eingebildete, von Erfahrung und Urtheil weit abweichende Eigenſchaften beigelegt haben. Uebrigens da ich, ſo wie eben dieſe Schriftſteller, nicht will, daß man mir auf mein bloßes Wort glaube, fieng ich an, durch Erfahrung auf den Regulator der Taſchenuhren berichtigte Grundſäzze zu errichten, und ich werde zeigen, daß keine bekannte Hemmung die Ungleichheiten der bewegenden Kraft aufhebe. Was die Wirkungen der Wärme und Kälte betrift, ſo haben die Grundſäzze, die ich gegeben, und die Verſuche, die ich angeführt habe, hinlänglich gezeigt, daß die Hemmung auf die Veränderungen, welche von Wärme und Kälte entſtehen, keineswegs Einfluß haben; alſo weit entfernt, daß ich irgend etwas in dem ändre, was ich in meinem Schreiben an Herrn Camus anführte, haben mir vielmehr Vernunft und Erfahrung gedient, das zu beweiſen, was ich 1752 und 1754 über den genauen Gang der Taſchenuhren urtheilte, da es ſich auf die Geſezze der Bewegung gründete und durch Vernunft und Erfahrung beſtätiget war. Man wird ſich alſo nicht verwundern, wenn ich mich bei dieſem Artikel aufhalte, da die Theorie,

*) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. S. 189.

welche ich errichtet, mir neu und wichtig genug ſchien, um zu verdienen, daß ich des einzigen Endzwecks, den ich mir vorgeſezt, genöſſe, mich ſowohl zu unterrichten, als auch nüzlich zu werden. Ob nun ſchon dieſe Theorie in den Augen gemeiner Menſchen, welche alles wunderbare auf eine Hemmung zu Berichtigung aller Fehler in Taſchenuhren rechnen, nicht wichtig genug ſcheinen möchte, ſo iſt es mir genug, wenn große Künſtler ihren Werth zu ſchäzzen wiſſen. Ich werde mich daher nicht blos begnügen, durch Theorie zu zeigen, daß irgend eine Hemmung, ſie ſei ruhend oder zurükfallend, oder irgend eine andre, deren man ſich bedienet, die Ungleichheiten der bewegenden Kraft, noch weit weniger aber diejenigen beträchtlichen Veränderungen von Wärme und Kälte auf die Spiralfeder und das Oel aufhebe. Ob ich übrigens ſchon dieſe Grundſäzze durch die angeführten Erfahrungen und Verſuche beſtätiget habe, ſo will ich doch izt noch von den Wirkungen der Hemmungen bei Taſchenuhren handeln.

Die freien Oſcillationen einer einfachen Unruhe, abgezogen den Widerſtand der Luft und die Anreibung der Zapfen, können nicht iſochroniſch ſeyn, d. i. die großen und kleinen Bögen geſchehen nicht genau in gleichen Zeiträumen. Zwar ſind nach den Verſuchen des s'Graveſande die Vibrationen der Federn iſochroniſch, allein da die Spiralfeder nur zum Theil die Geſchwindigkeit der Unruhe beſtimmt, welche beſonders durch die Trägheit derſelben regulirt wird, ſo geſchieht es, daß je größer der von der Unruhe durchlaufene Raum iſt, deſto mehrere Zeit er auch braucht, welches ich durch Verſuche beſtätiget gefunden.

Allein wenn es ſich ſelbſt zutragen ſollte, daß die Oſcillationen der freien Unruhe, abgeſondert von der Bewegung des Räderwerks, iſochroniſch wären, ſo würde dies doch noch nicht beweiſen, daß ſie es noch ſind, wenn ſie von der ruhenden Hemmung in Bewegung unterhalten werden. Denn wenn man die Spannung oder die bewegende Kraft vermehrt, ſo werden die Bögen der Vibration der Unruhe größer werden, weil der Antrieb des Steigerads größer wird: der Theil der Oſcillation alſo, welcher vermittelſt des Hebens der Hemmung geſchieht, wird größer werden, und mehr Geſchwindigkeit erhalten als er vor der Vermehrung der Kraft hatte. Allein wenn die Unruhe alle die von dem Antriebe des Rades erhaltene Kraft verloren, ſo wird ſie blos von der Spiralfeder zurükgeführt werden: nun verhindert der Druk des Steigerades auf die Ruhe des Zilinders, daß die Unruhe mit der nämlichen Geſchwindigkeit wieder zurükgehe, als ſie vermöge des Steigerads erhalten hatte. Die Vermehrung der bewegenden Kraft wird daher die Uhr zurükhalten, ſo wie eine Verminderung derſelben ihr einen geſchwindern Gang geben kann. Dieſes Urtheil wird durch ſo viel Erfahrungen beſtätiget als ich Zilinderuhren geſehen, wie auch die Dimenſionen ihrer Unruhen beſchaffen waren, ſie mochten klein und mit ſchnellen, oder groß und mit langſamen Vibrationen ſeyn, und ich daher nicht einſehe wie Perſonen, welche ihr ganzes Leben hindurch blos dieſe Arten von Hemmung gemacht, etwas haben vorgeben können, deſſen Falſchheit ſo leicht zu beweiſen iſt. Andre von geringern Kenntniſſen und Einſichten ſind das Echo geweſen, die dieſe Albernheit wiederholt haben, und

eben

eben wegen dieſer bewunderns würdigen Eigenſchaften hat man dann auf neue Hemmungen geſonnen, ohne vorher unterſucht zu haben, was ſie für Dienſte leiſten ſollen, als welche (bei dem bekannten Mechanismus) immer keine andre ſeyn können, als die Bewegung der Unruhe zu unterhalten, ſo daß ſie immer den weſentlichen Theil, welcher die Genauigkeit und Regelmäßigkeit verſchaft, außer Acht gelaſſen haben. Um meinen Grundſaz zu beſtätigen, baute ich eine eigene Maſchine, deren Gebrauch und die damit angeſtellten Verſuche ich bereits oben angeführt habe. *)

Wenn man die bewegende Kraft einer Taſchenuhr mit dem Steigerade vermehrt, ſo wird dieſe Uhr voreilen, obſchon die Bogen der Vibration größer werden; denn die Wirkung des Rades, welche immerfort auf die Lappen geht, wird die Unruhe mit deſtomehr Geſchwindigkeit antreiben, als die Stärke des Zugs größer iſt, ſo daß die Oſcillationen dieſer Unruhe nothwendig von denjenigen verſchieden werden müſſen, die ſie gehabt hätte, wenn ſie frei geſchehen wären; hingegen wenn man die bewegende Kraft vermindert, ſo werden die von der Unruhe durchlaufenen Bogen kleiner werden, allein da dieſe Oſcillationen freier geſchehen, ſo werden ſie zugleich langſamer, welches gleichfalls die Verſuche beſtätigen. Es iſt ſehr leicht die Verſuche zu wiederholen, die ich angeführt habe, und man wird ſehen, daß nicht allein die Vibrationen einer Taſchenuhr mit ruhender Hemmung durch die Vermehrung der bewegenden Kraft verſpätet werden, ſondern daß noch überdies, wenn man ſie bis auf einen gewiſſen Punkt vermehrt, die Uhr ganz angehalten werden wird.

Vermöge dieſer Verſuche läßt ſich daher folgern, daß bei Vermehrung der bewegenden Kraft einer Taſchenuhr mit dem Zilinder, obſchon die von der Unruhe beſchriebenen Bogen größer ſind, ſie doch in längerer Zeit geſchehen; und daß hingegen bei Vermehrung der bewegenden Kraft einer Taſchenuhr mit dem Steigerade die von der Unruhe durchlaufenen Bogen, obſchon größer, doch in kürzerer Zeit geſchehen; von einerlei Urſache alſo erfolgen ganz entgegengeſezte Wirkungen: es folgt daher daraus, daß man genau genommen zu einer Gleichförmigkeit würde gelangen können, wenn man eine Hemmung machte, welche weder ruhend wäre, wie diejenige mit dem Zilinder, noch zurükfallend, wie die mit dem Steigerade, ſondern die eine Krümmung bildete, auf welche das Steigerad ſo wirkte, daß nach Maaßgabe als die bewegende Kraft ſich vermehrte, nach eben dieſem Verhältniſſe ſich auch die Krümmung größern Bewegungen der Unruhe widerſezte, die indem ſie um ſich ſelbſt liefe, vermittelſt des Aufſezzens des Zahns und der Spannung der Spiralfeder, den Druk erhielte, welche in dieſem Falle mit aller Stärke wirken würde. Dieſe Krümmung könnte ſo ſeyn, daß große und kleine Oſcillationen in gleichen Zeiträumen durchlaufen würden, wie auch die bewegende Kraft beſchaffen wäre: da aber dieſe Krümmung nicht leicht geometriſch zu beſtimmen iſt, ſo iſt ſie noch ſchwerer auszuführen; daher eine ſolche Hemmung großen Schwierigkeiten ausgeſezt iſt, und zwar um ſo mehr, als ſie je nach der Beſchaffenheit der Spiralfeder u. a. m. vielen Veränderungen unterworfen ſeyn wird.

Vermöge

*) S. 2. Th. II. Abſchn. IX. Taf. IV. Fig. 1.

Vermöge der Bemerkungen über die Hemmungen mit dem Zilinder weiß man, daß der Theil der Oſcillation, welcher unmittelbar nach dem Antriebe des Rades geſchieht, ſchneller iſt, als der andre Theil, auf welchen blos die Spiralfeder wirkt; wenn daher das Rad nicht mehr nach dem Antriebe auf einen Kreistheil wirkt, ſondern auf eine Krümmung oder geneigte Ebene, ſo wird izt die unmittelbare Geſchwindigkeit der Oſcillation, welche dem Antriebe folgt, weniger groß ſeyn, indem ſie von der Krümmung zurükgehalten wird; hingegen wird dem andern Theile der Oſcillation vermöge der Wirkung des Zahns auf die Krümmung aufgeholfen. Wenn übrigens eine Taſchenuhr nach den gegebenen Grundſäzzen gebaut wird, ſo werden die Ungleichheiten der bewegenden Kraft nur ſehr geringe Veränderungen verurſachen, beſonders wenn die bewegende Kraft gut eingerichtet iſt.

Es iſt ſehr weſentlich, die Hemmungen der Taſchen- und Pendeluhren ſo zu bauen, daß die Oſcillationen vermöge der Wirkung der Hemmung und des Antriebs des Räderwerks nicht in Unordnung kommen, ſondern daß ſie ſo viel als möglich geſchehen, als ob der Regulator abgeſondert von dem Räderwerke vibrirte. Um zu dieſem Entzwekke zu gelangen, muß man die Zähne des Hemmungsrades nicht ſo weit von einander machen, ſondern dieſer Zwiſchenraum muß vielmehr ſo klein ſeyn, als die Ausführung es erlaubt.

Der Antrieb des Rades, wenn es die Bewegung des Regulators erſezt, verändert den Iſochronismus wenig, allein der Ruhepunkt, oder der Augenblik des Zurükfalls, wenn die Hemmung zurükfallend iſt, ſind die Urſachen der Veränderung der Vibrationen. Der Ruhepunkt hält die Vibrationen zurük, und zu viel Zurükfall beſchleunigt ſie: je länger nun die Zeit bei dem Ruhepunkte iſt, deſto größer iſt die Veränderung der Vibration. Wenn man alſo eine ruhende Hemmung von einem geringen Heben hat, und die bewegende Kraft doch große Bögen beſchreiben läßt, ſo wird die Veränderung um deſto größer ſeyn: nun haben wir gezeigt, daß es vortheilhaft iſt, die Unruhe große Bögen beſchreiben zu laſſen; man muß daher wegen dieſes Entzweks das Heben der Hemmung ſo viel als möglich vermehren, weil, je größer der Ruhepunkt iſt, deſto größer wird auch die Veränderung der Vibration ſeyn: eben dieſes muß man auch bei der zurükfallenden Hemmung beobachten. Wenn es möglich wäre, die Oſcillationen der Unruhe einer Taſchenuhr iſochroniſch zu machen, ſo müßte man eine Hemmung verfertigen, daß der Zurükfall die Vibration in dem Maaße beſchleunigte, als ſie größer würde, indem man das nämliche Mittel anwendete, deſſen ich mich bei Uhren mit der Feder bedienet: da nun die Unruhen große Bögen beſchreiben müſſen, und es nicht möglich iſt, bei der Hemmung des Graham die Krümmung anzuwenden, deren wir erwähnet haben, ſo glauben wir, daß wenn man eine Taſchenuhr machen wollte, die ſo vollkommen als möglich wäre, um die Zeit auf dem Meere beſtimmen zu können, man dazu gelangen würde, wenn man eine der bereits erwähnten ähnliche Hemmung machte, doch ſo, daß dieſe Hemmung keinesweges von der Welle der Unruhe ſelbſt getragen würde, ſondern die Welle der Hemmung trüge ein gezahntes Rad, deſſen Zähne in ein Trieb griffen, was an der Welle der Unruhe befeſtiget wäre: auf dieſe Art

würde

würde die Unruhe große Bögen und die Hemmung ſehr kleine machen. Die Bögen des Hebens der Hemmung würden der Unruhe große Bögen beſchreiben laſſen, und die Bögen der Ergänzung der Unruhe würden ſehr klein ſeyn: der Mechanismus davon ſey folgender:

C D Taf. I. Fig. 7. ſey die Unruhe, A das Steigerad, B der Haken der Hemmung mit den geneigten Flächen, um die Oſcillationen iſochroniſch zu machen; b iſt der Rechen, a das Trieb, deſſen Welle die Unruhe trägt. Wenn der Halbmeſſer des Triebes zehenmal kleiner iſt als derjenige des Rades, ſo wird die Unruhe einen Umgang machen, während daß der Rechen den zehnten Theil ſeines Umkreiſes durchläuft, d. i. indem er einen Bogen von 36 Grad beſchreibt. Will man alſo, daß der Bogen des Hebens der Hemmung der Unruhe 180 Grad durchlaufen laſſe, ſo wird der Rechen für den Bogen des Hebens nur 18 Grad durchlaufen; das Rad alſo wird auf jeder Seite des Hakens für den Bogen des Hebens nur 9 Grad machen; man mache daher die geneigten Flächen dem zu Folge, um die Oſcillationen iſochroniſch zu machen. Eine ſolche Hemmung würde die Eigenſchaft haben, daß es wenig Anreibung und nur ein einfaches Räderwerk hätte, denn das Hemmungsrad dürfte nur wenig Zähne haben.

Uebrigens muß ich hier anmerken, daß dieſe Hemmung ohnerachtet der ſcheinbaren Vortheile, die Oſcillationen nicht iſochroniſch machen könnte, als nur in dem Falle, wo das Oel einerley Flüſſigkeit behielte; allein die Oele verändern ſich ſtets, welches denn nothwendig die Zeiträume der Vibrationen der Unruhe abändern muß. Nun würde dieſe Hemmung nur die Eigenſchaft abändern, die Ungleichheiten der bewegenden Kräfte zu verbeſſern, keinesweges aber diejenigen, welche die Oele u. d. gl. verurſachen, welche immer ſehr beträchtlich ſind. Wir werden außerdem bemerken, daß die bewegende Kraft einer Taſchenuhr nur wenig Veränderung bewirkt, und daß die Veränderungen einer Taſchenuhr ganz und gar nicht von daher rühren, ſondern von den ganz entgegengeſezten und bereits angemerkten Urſachen. Endlich könnte man, in Rükſicht der Hemmung einer Taſchen uhr diejenige mit dem Steigerade ſo einrichten, um die Oſcillationen (ohnerachtet der Ungleichheit der bewegenden Kraft merklich iſochroniſch zu machen, welches von dem mehrern oder wenigern Eingriffe des Rades in die Lappen abhienge.

IX.

Grundſäzze über die Stärke der Bewegung der Unruhen *).

Man kann beweiſen, daß die Kräfte, welche die Körper in Bewegung anwenden, die Hinderniſſe zu überwinden, in einem zuſammengeſezten Verhältniſſe ihrer Maſſen und dem Quadrate ihrer Geſchwindigkeit beſtehen **).

Da

*) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. S. 195.

**) Man findet dieſen Grundſaz bewieſen in dem vortreflichen Werke über die Phyſik des s'Gra-

Da nun die in einem Körper hervorgebrachte Kraft der Wirkung, die ſie verurſacht, gleich iſt, ſo folgt hieraus, daß die Kraft, welche angewendet worden iſt, einem Körper eine Bewegung zu geben, ſey wie das Produkt der Maſſe dieſer Körper durch das Quadrat der Geſchwindigkeit, die er erhalten hat. Nennt man daher m die kleine Maſſe, M die große, v die kleine Geſchwindigkeit, V die große, f die von der kleinen Maſſe verurſachte Geſchwindigkeit, F diejenige von der großen, ſo erhält man vermittelſt dieſes Grundſatzes $f : F = v^2 m : V^2 M$ alſo $f V^2 M = F v^2 m$.

Wenn man in der vorhergehenden Aequation $f = F$ macht, ſo wird ſie nach der Reduktion $V^2 M = v^2 m$: alſo $V^2 : v^2 = m : M$ d. i. daß wenn die Kräfte beyder Körper in Bewegung gleich ſind, ihre Maſſen in umgekehrtem Verhältniſſe der Quadrate der Geſchwindigkeiten ſeyn werden; und ſo ſind jedesmal, wenn die Maſſen im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Geſchwindigkeiten ſtehen, die Kräfte der Körper in Bewegung gleich.

Wenn $m = M$, ſo hat man $f : M = v^2 : V^2$ d. i. wenn die Maſſen zweer Körper gleich ſind, ſo werden die Kräfte der Körper unter ſich ſeyn wie das Quadrat ihrer Geſchwindigkeiten.

Wenn $v = V$, ſo iſt $f : F = m : M$, wenn daher die Geſchwindigkeiten zweer Körper gleich ſind, ſo ſind die Kräfte der Körper unter ſich wie die Maſſen.

Nun ſind die nöthigen Wirkungen oder Kräfte, um zween Körpern die Bewegung zu geben, wie die Kräfte dieſer Körper: man kann daher hier dieſe Kräfte anſtatt der von den Körpern hervorgebrachten Kräfte anſehen. Wendet man dieſe Grundſätze an Unruhen an, ſo läßt ſich folgendes ſchließen:

1) Wenn die Maſſen zwoer Unruhen in Bewegung in umgekehrtem Verhältniſſe der Quadrate der Geſchwindigkeiten ſtehen, ſo ſind die Kräfte der Unruhen gleich; oder wenn die Kräfte gleich ſind, ſo ſtehen die Maſſen in umgekehrtem Verhältniſſe des Quadrats der Geſchwindigkeiten: wenn z. B. die Geſchwindigkeit von A 1 iſt, und von B 4; die Maſſe der Unruhe A ſey 4 und diejenige von B 1, ſo werden die Kräfte der Unruhen gleich ſeyn u. ſ. f. Die nöthigen Wirkungen, um ſie in Bewegung zu unterhalten, werden unter ſich ſeyn, wie das Produkt der Maſſen durch das Quadrat der Geſchwindigkeiten.

2) Wenn zwo Unruhen gleiche Maſſe haben, und mit ungleichen Geſchwindigkeiten bewegt werden, ſo werden ihre Kräfte ſeyn, wie die Quadrate ihrer Geſchwindigkeiten: wenn alſo die Unruhe A eine Geſchwindigkeit 1 hat und die Unruhe B 5, ſo wird die Kraft der Unruhe A zu derjenigen B ſeyn wie 1 zu 25; allein die nöthige Wirkung, um der Unruhe A die Bewegung zu geben iſt zu der, welche die Unruhe B haben muß, um ſie in Bewe-

s'Graveſande und Muſſchembroek: die Verſuche, welche wir weiterhin darüber anführen werden, dienen gleichfalls ihn zu beſtätigen.

Bewegung zu ſezzen, wie die Kraft von A zur Kraft von B, d. i. die nöthige Wirkung, um die Bewegung von A zu unterhalten, iſt zu derjenigen von B wie 1 zu 25.

3) Wenn die Geſchwindigkeiten zwoer Unruhen gleich ſind, ſo werden ihre Kräfte unter ſich ſeyn wie ihre Maſſen; die nöthigen Wirkungen alſo, um ihre Bewegungen zu unterhalten, werden ſeyn wie ihre Maſſen.

4) Ueberhaupt wenn die Geſchwindigkeiten und Maſſen ungleich ſind, ſo werden ihre Kräfte ſeyn, wie das Produkt der Maſſen durch die Quadrate der Geſchwindigkeiten.

Wir werden uns dieſer Grundſäzze bedienen, um die Schweren der Unruhen, ihre Durchmeſſer nach der Anzahl der Vibrationen, die nöthige Kraft, um ſie in gewiſſen Bögen zu unterhalten u. ſ. f. zu beſtimmen.

Wir werden ferner durch Verſuche beweiſen, welche wir auch hier beyfügen werden, daß wenn die Maſſen der Unruhen nach dieſen Grundſäzzen gegeben ſind, die Kräfte der Körper in Bewegung in der That in zuſammengeſeztem Verhältniſſe ihrer Maſſen und der Quadrate der Geſchwindigkeiten ſtehen. Kennt man alſo die Maſſe einer Unruhe, ihre Geſchwindigkeit, die Kraft, welche ſie in Bewegung ſezt, ſo wird man daraus leicht alle die nöthigen Bedingungen folgern können, welche für eine andre Unruhe erforderlich ſind, wenn ſie von verſchiedener Maſſe ſeyn, mehr oder weniger Geſchwindigkeit, mehr oder weniger Kraft ſich zu bewegen u. ſ. f. haben ſoll.

Um die Geſchwindigkeiten zweyer Unruhen zu vergleichen, muß man die Anzahl der Vibrationen während einer gegebenen Zeit durch den Durchmeſſer jeder Unruhe multipliciren; die Produkte geben die Geſchwindigkeiten, wenn man annimmt, daß ſie gleiche Bögen beſchreiben; wenn aber dieſes nicht iſt, ſo wird man ein Produkt für jede Unruhe aus folgenden drey Stükken machen müſſen 1) von der Anzahl der Vibrationen in einerley Zeit, 2) von dem Durchmeſſer oder Halbmeſſer der Unruhe, 3) von dem von der Unruhe durchlaufenen Bogen, wovon wir im folgenden Kapitel die Anwendung durch Beiſpiele machen werden.

X.

Von der Art, die Schwere zu berechnen, welche die Unruhen der Taſchenuhren verhältnißmäßig nach der bewegenden Kraft, der Größe ihrer Bögen, Durchmeſſer, Anzahl der Vibrationen u. ſ. w haben müſſen. *)

Bis izt haben wir gezeigt, daß der genaue Gang der Taſchenuhren von einem gewiſſen Verhältniſſe zwiſchen der bewegenden Kraft und dem Regulator abhieng; wir wollen nunmehr die eigentlichen Vorſchriften anführen, um zu finden, welches die

*) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. S. 198.

Schwere der Unruhe einer Taſchenuhr mit dem Zilinder ſeyn müſſe, wenn die bewegende Kraft, der Durchmeſſer der Unruhe, und die Bögen, die ſie durchlaufen ſoll, gegeben ſind; oder wenn man bey gegebener Unruhe die Größe wiſſen will, welche die bewegende Kraft haben ſoll, um mit dem Regulator in gehörigem Verhältniſſe zu ſtehen. Die Schwierigkeit, die Schwere der Unruhe verhältnißmäßig zu machen, iſt bey Zilinderuhren ſehr groß, denn bis izt iſt man blos durch Herumtappen dazu gelangt, ſolchergeſtalt, daß die Arbeiter, welche ihr ganzes Leben hindurch dieſe Arten von Taſchenuhren gemacht haben, ihre Unruhen auf ein bloßes Ohngefähr machten; ich habe einen gefunden, welcher, da er eine Taſchenuhr machte, deren Unruhe größer war, und langſamere Vibrationen hatte, der Unruhe 4mal mehr Schwere gab, und der, um daß die Uhr gehen konnte, genöthiget war, die Unruhe nach und nach ſchwächer zu machen; ein andermal machte er die Unruhe zu leichte überhaupt ſahe ich dieſen Künſtler Regeln eines Mechanismus anwenden, den er nicht verſtand. Da die Materie, welche wir abhandeln, neu iſt, ſo werde ich mich, um ſie deutlicher zu machen, etwas verweilen, und Grundſäzze anführen, welche eine Folge der Geſezze der Bewegung ſind; überhaupt hat man bis gegenwärtig auf dieſe Schwere nicht Acht gehabt, denn man hat ſich immer eingebildet, daß die Ungleichheiten der bewegenden Kraft blos vermöge der eingebildeten Eigenſchaft der ruhenden Hemmung gehoben werden können, wovon wir das Gegentheil bereits ſowohl durch Theorie als Verſuche, welche wir eben darüber angeſtellt, bewieſen haben.

Aus dem, was wir bereits darüber erwähnet haben, folgt alſo, daß es weſentlich nöthig iſt, die bewegende Kraft gegen den Regulator verhältnißmäßig zu machen, und daß dieſe Kraft gleichförmig auf das Räderwerk einer Taſchenuhr wirke. Diejenigen, welche bey Taſchenuhren den Schnekken weggeworfen haben, haben ſich durch die eingebildeten Eigenſchaften ihrer Hemmungen ſehr hintergehen laſſen, und haben von den Eigenſchaften dieſer vortreflichen Erfindung des Schnekken ſehr irrige Begriffe gehabt: denn abgerechnet, daß er für den genauen Gang einer Taſchenuhr ſehr nöthig iſt, beſizt er auch eine weſentliche Eigenſchaft, nämlich daß die ganze Kraft der Federn nuzbar angewandt wird, und die Uhr eine längere Zeit im Gange erhält, als wenn ſie blos eine einfache Feder ohne Schnekken hätte.

Was die Taſchenuhren mit Steigerädern anbetrift, ſo werden wir uns hiebey nicht aufhalten, denn es iſt ſehr leicht, das Gewicht der Unruhe gegen die bewegende Kraft verhältnißmäßig zu machen, welches auch ihr Durchmeſſer, die Bögen, die ſie durchlaufen u. ſ. f. ſeyn mögen. In dieſer Rükſicht läßt man die Uhr ohne Spiralfeder gehn, ſo daß in einer Stunde der Zeiger 25 bis 27 Minuten mache, d. i. daß die Uhr ohne Spiralfeder um 33 bis 35 Minuten zu ſpät gehe: nun muß um ſo viel vermöge der Anreibungen der Zapfen die Größe der Unruhen abweichen, wie wir ſchon gezeigt haben; man kann alſo nicht ſagen, daß man eine Uhr müſſe 30, 27, 25 oder 23 Minuten machen laſſen, denn dieſer Unterſchied muß bey jeder Uhr verſchieden ſeyn, worauf man aber nie Acht gehabt

habt hat. Eben dieſe Regeln, welche wir izt geben werden, ſind auf Taſchenuhren mit dem Steigerade gleich anwendbar, ſolchergeſtalt, daß man durch Rechnung die Schwere einer Unruhe, deren Bewegungskraft gegeben iſt, eben ſo gut beſtimmen kann.

Um ganz genau die Schwere der Unruhen an Taſchenuhren mit dem Zilinder gegen die bewegende Kraft beſtimmen zu können, fieng ich damit an, ein Inſtrument zu bauen, womit ich mit der größten Genauigkeit die Kraft beſtimmen konnte, welche die Hauptfeder dem Räderwerke mittheilt *). Legt man den viereckigen Zapfen des Schnekken in dieſes Inſtrument, eben ſo wie man bey der Federwage zu Abgleichung des Schnekken gewohnt iſt, ſo wird man die Stärke der Feder vermöge des Grades an dem Arme, wo das Gewicht angeſchoben wird, um das Gleichgewicht mit der Feder zu machen, leicht ſchäzzen können: vergleicht man nun die Stärke der Feder mit derjenigen einer gegebenen Uhr, ſo werden ſich darnach die Schweren der Unruhen u. ſ. f. beſtimmen laſſen.

Um die Dimenſionen einer Taſchenuhr zu beſtimmen, welche man bauen will, ſo muß man ſich zur Vergleichung einer Taſchenuhr bedienen, die auf das beſte gebaut worden, und welche ſo beſchaffen iſt, daß ſie ſo wenig als möglich Anreibungen hat, ſolchergeſtalt, daß die bewegende Kraft gegen den Regulator das gehörige Verhältniß habe, um den Gang der Uhr ſo genau als möglich zu machen. Iſt dieſes, ſo meſſe man den Durchmeſſer der Unruhe, ihre Schwere, zähle die Anzahl der Vibrationen in einer Stunde, die Größe der Vibrationen, meſſe die Stärke der Hauptfeder vermöge des erwähnten Inſtruments, und zähle endlich die Zeit, welche der Schnekken zu einem Umgange braucht.

Ich habe hier das Verfahren vorgezogen, nach einer ſchon fertigen Uhr zu arbeiten, um die Dimenſionen einer andern ganz verſchieden gebauten Uhr zu beſtimmen, und zwar aus zwo Urſachen 1) weil auf dieſe Art die Berechnung für viele Arbeiter faßlicher wird, 2) weil die Dimenſionen genauer genommen werden können, als man ſie durch die Berechnung allein finden dürfte; denn man kennt die Wirkungen der Anreibungen noch nicht genau genug, um daß man aus der bewegenden Kraft einer gegebenen Uhr, ſo wie aus dem Durchmeſſer der Unruhe genau ihre Schwere und die Bögen, die ſie durchlaufen ſoll, beſtimmen könne, anſtatt daß bey Vergleichung mit einer bereits gefertigten Uhr alle dieſe Fälle hier ſich vereinigen, und die Dimenſionen, die man für einen geſuchten Fall findet, weit zuverläßiger ſind.

1. Aufgabe. Die Dimenſionen einer Uhr A ſind gegeben, man ſoll finden, welches die Schwere der Unruhe einer Uhr B ſeyn müſſe, von der man den Durchmeſſer der Unruhe und die Anzahl der Vibrationen kennt.

 Man

*) Ich werde dieſes Werkzeug in der Folge nebſt den Verbeſſerungen anführen, die Herr Berthoud in dieſer Rükſicht gemacht, da ihm deſſen erſte Bauart nicht hinreichend war.

Man nehme an, die Größe der Bögen und die bewegende Kraft wären von der nämlichen Größe wie diejenige der vergleichenden Uhr A, und man verlangt, daß dabey eben das Verhältniß der bewegenden Kraft der Uhr B gegen ihren Regulator ſey, welches bey der bewegenden Kraft der Uhr A gegen ihren Regulator B beobachtet worden. Folgende wären die Dimenſionen einer gegebenen Uhr A, die ſo wie die andre mit dem Zilinder iſt, (die Rechnungen, welche wir hier vortragen, beziehen ſich, wie wir ſchon geſagt, auf dieſe Gattung von Uhren) die Unruhe der Taſchenuhr A ſey 6 Gran $\frac{1}{4}$ ſchwer, ſie habe 8 Linien $\frac{1}{2}$ im Durchmeſſer, mache 18000 Vibrationen in einer Stunde, ſie durchlaufe 240 Grad, der Schnekken mache in 5 Stunden einen Umgang, die Feder halte mit 5 Quentchen $\frac{3}{4}$ das Gleichgewicht in einem Abſtande von 4 Zoll vom Mittelpunkte des Schnekken.

Die Unruhe der Taſchenuhr B, deren Dimenſionen man ſucht, macht 7200 Vibrationen in einer Stunde. Sie hat 10 Linien $\frac{1}{3}$ im Durchmeſſer, die bewegende Kraft iſt 5 Loth $\frac{3}{4}$, d. i. eben die nämliche wie diejenige der vergleichenden Uhr, das Schnekkenrad macht in 5 Stunden einen Umgang, man fragt nunmehr, welches muß die Schwere der Unruhe B ſeyn? In dieſer Rükſicht ſuche man die Geſchwindigkeit der Unruhe A, indem man den Durchmeſſer $8\frac{1}{2}$ durch 5 Vibrationen *) in einer Sekunde multiplicirt, dies giebt $42\frac{1}{2}$, wovon das Quadrat $1806\frac{1}{4}$ iſt. Man ſuche gleichfalls die Geſchwindigkeit der Unruhe B, indem man ihren Durchmeſſer $10\frac{1}{3}$ durch 2 Vibrationen in einer Sekunde multiplicirt; dies giebt $20\frac{2}{3}$, deſſen Quadrat 427 iſt: nun ſind, nach dem was ich bereits angeführt, wenn die Kraft, welche zween Körpern die Bewegung giebt, gleich iſt, die Quadrate der Geſchwindigkeiten in umgekehrtem Verhältniſſe mit den Maſſen; man erhält daher das Verhältniß: das Quadrat der Geſchwindigkeit von A iſt zum Quadrat der Geſchwindigkeit von B, wie die Maſſe der Unruhe B zur Maſſe der Unruhe A. Man nenne x die Maſſe von B, man hat alſo: $1806 : 427 = x : 6$ Gran $\frac{1}{4}$; multiplicirt man nun 6 Gran $\frac{1}{4}$ durch 1806, und dividirt das Produkt durch das bekannte mittlere Glied, ſo erhält man den Werth von x, d. i. die Schwere der Unruhe B, welche iſt 26 Gran $\frac{185}{427}$ oder ohngefähr 26 Gran $\frac{1}{2}$.

Wenn man alſo eine Uhr baut, deren Unruhe $10\frac{4}{12}$ im Durchmeſſer hält, 7200 Vibrationen in einer Stunde macht, 26 Gran $\frac{1}{2}$ ſchwer iſt, die bewegende Kraft mit 5 Quentchen $\frac{3}{4}$ in einer Entfernung von 4 Zoll vom Mittelpunkt des Schnekken im Gleichgewicht ſtehe, der Schnekken in 5 Stunden einen Umgang mache; ſo wird dieſe Unruhe, deren Kraft mit derjenigen der Unruhe der gegebenen Uhr A gleich iſt, Bögen von eben dieſer Größe beſchreiben, und gegen ihre bewegende Kraft einerley Verhältniß haben, wie diejenige der Unruhe A gegen deren bewegende Kraft.

2. Auf=

*) Ich bediene mich weder 18000 Vibrationen der Unruhe A in einer Stunde, noch 7200 der Unruhe B in eben dieſer Zeit aus der einfachen Urſache, weil dies zu groſe Zahlen ſind: es iſt beſſer 5 für die Sekunde für A und 2 für B in der nämlichen Zeit zu brauchen, denn dieſe Zahlen 5 und 2 haben das nämliche Verhältniß wie 18000 zu 7200.

2. Aufgabe. Die bewegende Kraft einer Taſchenuhr zu finden, deren Schwere der Unruhe, ihr Durchmeſſer, und die Bögen, die ſie durchlauft, die Anzahl der Vibrationen in einer Stunde u. ſ. f. gegeben ſind.

Dieſe Aufgabe iſt bey einer Taſchenuhr anwendbar, deren Feder zerſprungen iſt, wenn man eine neue im gleichen Verhältniſſe einziehen will.

Es ſey die Unruhe B, deren Schwere 20 Gran iſt, der Durchmeſſer = 11 Linien, und in einer Sekunde zwo Vibrationen macht, der Schnekken hat in 5 Stunden einen Umgang; man fragt, welches das Gewicht ſeyn müſſe, das in einer Entfernung von 4 Zoll vom Mittelpunkt des Schnekken Bögen von 180 Grad der Unruhe unterhalte und beſchreiben laſſe: in dieſer Rükſicht ſuche man die Kraft der Unruhe B, indem man ihre Maſſe mit dem Quadrat ihrer Geſchwindigkeit multiplicirt, desgleichen die Kraft der Unruhe der vergleichenden Uhr A, ſo wie wir in vorhergehender Aufgabe gezeigt haben, und mache folgendes Verhältniß: die nöthige Kraft zur Unterhaltung der Bewegung der Unruhe B iſt zur nöthigen Kraft zur Unterhaltung der Unruhe A, wie die Kraft der Unruhe B zu derjenigen der Unruhe A. Man ſuche, wie im vorigen Beyſpiele, die Geſchwindigkeiten: in dieſer Rükſicht nehme man die von den Unruhen durchlaufenen Bögen; diejenigen der gegebenen Uhr A ſind 240, und diejenigen der Uhr B 180 d.i. ſie ſtehen in einem Verhältniß wie 24 zu 18 oder wie 4 zu 3: man bediene ſich zu Vermeidung großer Zahlen des leztern. Um die Geſchwindigkeit der Unruhe A zu finden, multiplicire man ihren Durchmeſſer $8\frac{1}{2}$ zu 4 als durchlaufene Bogen, und man erhält 34, dieſes durch 5 (als die Anzahl der Vibrationen in einer Sekunde) multiplicirt, giebt 170 für die Geſchwindigkeit von A, deſſen Quadrat iſt 28900, welches durch die Maſſe von 6 Quent. $\frac{1}{4}$ dieſer Unruhe multiplicirt, giebt 180625, um die Kraft der Unruhe A auszudrukken. Um diejenige von B zu haben, ſuche man erſt ihre Geſchwindigkeit, indem man den Durchmeſſer 11 durch den durchlaufenen Bogen 3 multiplicirt, welches 33 giebt, welches durch 2 (als die Anzahl der Vibrationen in einer Sekunde) multiplicirt 66 giebt, und die Geſchwindigkeit der Unruhe B, davon das Quadrat iſt 4356, welches durch die Maſſe 20 der Unruhe multiplicirt, die Zahl 87120 giebt, die die Kraft der Unruhe B ausdrükt. Man erhält daher das Verhältniß: die Kraft von 5 Quentchen $\frac{1}{4}$ zu Unterhaltung der Bewegung der Unruhe A, iſt zur Kraft oder zum nöthigen Gewicht zur Unterhaltung der Bewegung der Unruhe B, wie die Kraft der Unruhe A zur Kraft der Unruhe B: man nenne x das Gewicht, oder die nöthige bewegende Kraft zu Unterhaltung der Bewegung der Unruhe B, wo man hat 5 Quentchen $\frac{1}{4}$: x = 180625 : 87120. Multiplicirt man die äußern Glieder, und dividirt das Produkt durch das mittlere bekannte Glied, ſo erhält man den Werth von x oder die bewegende Kraft der Unruhe B, nämlich $2\frac{113600}{180625}$ oder 2 Quentchen und ohngefähr $\frac{7}{9}$, welches die nöthige bewegende Kraft zu Unterhaltung der Bewegung der Unruhe B ſeyn wird; d. i. wenn man eine Feder nimmt, welche ſo beſchaffen iſt, daß ſie mit 2 Quentchen $\frac{7}{9}$ in einer Entfernung von 4 Zoll vom Mittelpunkte des Schnekken

im

im Gleichgewicht ſteht, ſo wird die Unruhe 180 Grad durchlaufen, und die bewegende Kraft wird das geſuchte Verhältniß haben, und mit derjenigen der gegebenen Uhr gleich ſeyn.

Wenn die Taſchenuhren, welche man zu berechnen hat, nicht genau eine Anzahl von Vibrationen in einer Sekunde machen, d. i. wenn es andre Zahlen ſind als 3600, 7200, 14400, 18000 in einer Stunde, und man habe z. B. 16128 Vibrationen in einer Stunde, ſo dividire man erſt dieſe Zahl durch die Anzahl von Sekunden, woraus eine Stunde beſteht, d. i. mit 3600, auf welche Art man dann zum Quotienten $4\frac{1728}{3600}$ erhält, welcher Bruch auf die kleinſte mögliche Benennung gebracht, die der Genauigkeit am nächſten kömmt, ſodann bey der Berechnung gebraucht werden kann. Dieſer Bruch auf $\frac{12}{25}$ reducirt, giebt $4\frac{12}{25}$ zur Anzahl der Vibrationen, welche die Unruhe in einer Sekunde macht; auch könnte man ſelbſt, ohne beträchtlichen Fehler, die Zahl $4\frac{1}{2}$, welche der vorigen ſehr nahe kommt, brauchen, welches denn die Berechnung noch mehr abkürzte. Eben ſo iſt es bey andern, ohne welches man ſonſt die Zahlen der Vibrationen in einer Stunde brauchen müßte, wodurch aber die Berechnung ungleich länger würde.

XI.

Fortſezzung der Berechnung der Unruhen. *)

Ich hatte anfangs zur Vergleichung eine gewöhnliche Taſchenuhr mit Sekunden genommen, deren Anreibungen ſehr groß waren, und auf die geringſte Größe herabgeſezt werden konnten.

Nach den gegebenen Grundſäzzen baute ich ſodann eine Uhr, welche damit beſſer übereinſtimmte, und wovon ich izt die Dimenſionen geben und die Verſuche, welche ich damit gemacht, anführen will. Dieſe Uhr machte in einer Stunde 7200 Vibrationen, alſo zwei in einer Sekunde; die Unruhe war 19 Gran $\frac{3}{4}$ ſchwer, der Bogen des Hebens 45 Grad, und das Schnekkenrad machte in 4 Stunden $\frac{1}{2}$ einen Umgang.

Ich hatte eine Feder machen laſſen, welche mit 3 Quentchen $\frac{1}{2}$ in einer Entfernung von 4 Zoll vom Mittelpunkte des Schnekken im Gleichgewichte ſtand; allein die Unruhe beſchrieb zu große Bögen, ſo daß die Uhr in der Wärme zu früh gieng. Nach meinen Grundſäzzen mußte ich die Feder ſchwächen, ſo daß ſie nur 3 Quentchen zog **), wo, nachdem ich die Uhr regulirt, die Unruhe Bögen von 240 Grad beſchrieb. In dieſem Zuſtande wurde die Uhr regulirt, platt gelegt und aufgehangen, wo ſie weder in meiner Taſche, noch ruhig gehangen von ihrem genauen Gange abwich, während daß vorher die Wärme ihren Gang ſehr beſchleunigt hatte; vielmehr verurſachte die Wärme auf ſie einen ſpätern Gang

*) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. S. 205.

**) Dieſe geringe Verminderung der bewegenden Kraft machte, daß die Uhr zu früh gieng, welches ein Beweis war, daß die Hemmung mit dem Zilinder nicht die Ungleichheiten der bewegenden Kraft aufhob.

Gang von einer Minute innerhalb 24 Stunden; wenn ich etwas von der Schwere der Unruhe wegnahm, ſo konnte ich ſie ſo reguliren, daß ſie weder von der Kälte noch Wärme voreilte oder ſpäter gieng. Man ſieht aus dieſem Verſuche, daß eine Vermehrung von einem halben Quentchen der bewegenden Kraft, beträchtliche Veränderungen bewirkt, und wie weſentlich nothwendig es ſei, die bewegende Kraft gegen den Regulator verhältnißmäßig zu machen.

Dieſer Uhr konnte ich mich daher nunmehr zu Vergleichung andrer bedienen, deren größere oder kleinere Unruhen geſchwindere oder langſamere Vibrationen machen, und deren Gang 30 Stunden, 8 Tage, einen Monat oder ein ganzes Jahr dauert, wie wir durch folgende Beiſpiele zeigen werden.

3. Aufgabe. Die Schwere zu finden, welche eine Unruhe haben muß, welche alle Sekunden eine Vibration macht, und deren Durchmeſſer 11 Linien $\frac{1}{2}$ der Bogen des Hebens 45 Grad iſt, und man will, daß der Bogen der Vibration, welchen ſie beſchreiben ſoll, 240 Grad halte; übrigens ſoll die Uhr 8 Tage gehen, ohne aufgezogen zu werden, die Feder 8 Quentchen *) ziehen, und der Schnekken in 40 Stunden einen Umgang machen.

Man nenne A die Unruhe der vergleichenden Uhr, und B diejenige der Uhr von 8 Tagen. Man berechne erſt die Zahlen, welche die Geſchwindigkeit jeder Unruhe ausdrakken, ſo erhält man: die Unruhe A hat 10 Linien $\frac{1}{3}$ zum Durchmeſſer, ſie macht in 1 Sekunde zwo Vibrationen, man erhält daher zur Geſchwindigkeit $20\frac{2}{3}$, deſſen Quadrat iſt 427: die Unruhe B von 11 Linien $\frac{5}{12}$ macht alle Sekunden eine Vibration, ihre Geſchwindigkeit iſt alſo $11\frac{5}{12}$ deſſen Quadrat 130 iſt. Nun erhält man nach dem gegebenen Grundſazze das Verhältniß: das Quadrat der Geſchwindigkeit der Unruhe A multiplicirt durch ihre Maſſe iſt zum Quadrate der Geſchwindigkeit der Unruhe B multiplicirt zur Maſſe, welche ich x nennen will, wie die bewegende Kraft der Unruhe A zu derjenigen der Unruhe B; allein um dieſe bewegenden Kräfte mit einander zu vergleichen, iſt es nöthig, ſie auf eine Revolution zu bringen, welche in einerlei Zeit geſchehe. Wenn alſo die bewegende Kraft von A 3 Quentchen für das Rad iſt, welches in 4 Stunden $\frac{1}{2}$ einen Umgang macht, ſo müßte ſie 26 Quentchen $\frac{2}{3}$ ſeyn, wenn es in 40 Stunden einen Umgang machte, welches man durch folgendes Verhältniß findet: wenn ein Rad, welches in 4 Stunden $\frac{1}{2}$ einen Umgang macht, mit 3 Quentchen Kraft wirkt, mit wie viel Kraft müßte es wirken, wenn es in 40 Stunden einen Umgang machte? oder $4\frac{1}{2} : 3 = 40 : x = 26\frac{6}{9}$ d. i. es müßte eine Kraft von 26 Quentchen $\frac{6}{9}$ bey einer Entfernung von 4 Zoll vom Mittelpunkt des Schnekken beſitzen: wir

*) Wenn ich von der Stärke einer Feder rede, ſo verſtehe ich ſtets darunter, daß ſie vermittelſt meines Inſtruments gemeſſen worden, welche Kraft, wie ich ſchon erwähnt, in einer Entfernung von 4 Zoll vom Mittelpunkt des Schnekken wirkte.

wir erhalten alſo folgendes Verhältniß $427 \times 19\frac{1}{2} : 130 \times x = 26\frac{2}{3} : 8$; alſo $427 \times 19\frac{1}{2} \times 8 = 130\ x \times 26\frac{2}{3}$ mithin $66608 = 3466\ x$, alſo $x = \frac{66608}{3466}$, und $x = 19$ Gran, als den Werth von x d. i. 19 Gran für die Maſſe der Unruhe B.

Noch merke ich hier an, daß wenn man die Schwere der Unruhe B geſucht, und ſich dabei der Uhr A der erſten Aufgabe zur Vergleichung bedient hätte, man den Werth von x kleiner gefunden haben würde, als ich ihn hier gebe, und zwar aus zwo Urſachen: 1) weil, da die Unruhe kleiner iſt, ſie mehr Anreibung hat, ſolchergeſtalt, daß ihre Schwere geringer iſt, als ſie ohne die Anreibung geweſen ſeyn würde; 2) weil es ſich ſehr wohl zutragen könnte, daß dieſe kleine Unruhe mit ihrer bewegenden Kraft in keinem ſo guten Verhältniſſe ſtünde, als die Unruhe mit halben Sekunden gegen die ihrige ſteht; denn wenn man die Schwere der Unruhe von 8 Tagen ſucht, und man ſich dieſer erſten Uhr zum Vergleichen bedient, ſo würde die Unruhe nur um etwas mehr als 17 Gran ſchwerer werden. Dieſes dient denn mich in der Meinung zu beſtätigen, daß nämlich, als ich die obige Uhr von 8 Tagen baute, ich mich einer andern Uhr zur Vergleichung bediente, wo ich fand, daß die Unruhe der Uhr von 8 Tagen 17 Gran ſchwer ſeyn mußte, ſo wie, wenn ich ihr dieſe Schwere gegeben, ich ſie vollkommen verhältnißmäßig gegen ihre bewegende Kraft fand wenn ſie izt Bögen von 240 Grad beſchriebe, und ſo gieng die Uhr ſehr gut und ohne merkliche Veränderung von Wärme und Kälte: ſie iſt alſo um 2 Gran leichter als ſie ſeyn ſollte, wenn man die Berechnung nach der Uhr mit halben Sekunden anſtellt. Nun kann dieſe Größe nur von dem Unterſchiede der Anreibungen herrühren, welches zum Beweis der darüber gegebenen Grundſäzze dienen wird, daß langſamere Vibrationen, welche eine geringere Kraft der Bewegung haben, Anreibungen verurſachen, welche einen größern Theil der Bewegung rauben, während daß bey Vergleichung mit einer Uhr mit einer kleinen Unruhe, welche nothwendiger Weiſe mehr Anreibung hat, die Reſultate genau diejenigen ſind, wie die Erfahrung beſtätigt. Daher ſcheint es, daß die Anreibungen einer Taſchenuhr mit langſamen Vibrationen, und deren Unruhe ſchwer iſt, nicht geringer ſind, als diejenigen einer Uhr, welche eine kleine leichte Unruhe beſizt: übrigens iſt dieſer Unterſchied von 2 Gran nicht ſehr beträchtlich.

Indeſſen iſt es nothwendig, dieſen Unterſchied zu bemerken, den die Erfahrung nach der Berechnung giebt, ein Unterſchied, welcher von den größern oder geringern Anreibungen verurſacht wird, welches denn je nach den größern oder kleinern Unruhen verſchieden iſt, auch hängen ſie von der größern oder geringern Anreibung des Räderwerks ab. Alſo wenn man genau durch Rechnung die Dimenſionen einer Taſchenuhr beſtimmen will, ſo muß man ſie mit einer vergleichen, welche dabei keinen Unterſchied macht; dieſerhalb bediene ich mich denn, um die Schwere der Unruhe einer gewöhnlichen Taſchenuhr zu finden, einer andern ihr ähnlichen Uhr. Stellt man ſolchemnach ſtufenweiſe Vergleichung an, ohne auf einmal von einer Uhr von 30 Stunden auf eine Uhr von einem Jahre überzugehen, ſo findet man die Reſultate ſehr genau und völlig mit der Erfahrung übereinſtimmend.

4. Auf-

4. Aufgabe. Die Schwere der Unruhe einer Taſchenuhr von einem Monat zu finden, welche alle Sekunden eine Vibration macht, deren Durchmeſſer 10 Linien iſt, und Bögen beſchreibt, die denjenigen einer Uhr von 8 Tagen gleich ſind, wozu die obige zum Vergleich dienen ſoll.

Wir nehmen an, daß die Feder 10 Quentchen ziehe, daß das Schnekkenrad in 5 Tagen einen Umgang mache. Man nenne A die vergleichende Uhr, welche 8 Tage geht, und B diejenige von einem Monate.

Da die Unruhen einerlei Anzahl von Vibrationen machen, und einerlei Bögen beſchreiben, ſo hat man, um die Geſchwindigkeiten der Unruhen zu haben, nichts weiter als die Durchmeſſer anzuwenden nöthig. Der Durchmeſſer von A iſt $11\frac{5}{12}$, deſſen Quadrat 130 iſt; der von B iſt 10, das Quadrat davon 100, reducirt man die bewegenden Kräfte auf eine Revolution von gleicher Dauer, ſo erhält man zur bewegenden Kraft von A 24 Quentchen, d. i. wenn der Schnekken der Uhr von 8 Tagen einen Umgang in 5 Tagen machte, ſo wäre es nöthig, daß die Kraft der Feder mit 24 Quentchen zöge: man hat alſo das Verhältniß $130 \times 17 : 100 \times x = 24 : 10$, alſo $100 \times x \times 24 = 130 \times 17 \times 10$, mithin $2400\,x = 22100$, alſo $x = \frac{22100}{2400}$, oder $x = 9\frac{5}{24}$.

Die Unruhe der Taſchenuhr von einem Monat muß alſo 9 Gran $\frac{5}{24}$ ſchwer ſeyn; vermittelſt eben dieſes Mittels wird man die Dimenſionen einer Uhr von einem Jahre finden; allein da dieſe von einem Monate ſchon keine gute Maſchine mehr iſt, ſo wird dieſe noch ſchlechter werden, daher überlaſſen wir die Berechnung davon jedem Liebhaber ſelbſt.

5. Aufgabe. Eine Taſchenuhr, deren Unruhe klein iſt, und eine große Anzahl von Vibrationen in einer Stunde macht, ſei gegeben, man will die Anzahl der Vibrationen finden, welche eine große Unruhe machen ſoll, um an ihrem Umfange eben dieſe Geſchwindigkeit zu haben, wie die gegebene Unruhe gegen ihren Umfang.

Es ſei A die gegebene Unruhe, deren Durchmeſſer 8 Linien $\frac{1}{2}$ ſei, ſie beſchreibe Bögen von 240 Grad, und mache 18000 Vibrationen in einer Stunde; B ſei die Unruhe 14 Linien im Durchmeſſer, deren Vibrationen man ſucht. Nimmt man an, daß die von den Unruhen durchlaufenen Bögen gleich ſeyn ſollen, ſo werden, wenn die Geſchwindigkeiten gleich ſind, die Zahlen der Vibrationen in umgekehrtem Verhältniſſe der Durchmeſſer ſtehen, man erhält daher $18000 : x = 14 : 8$. Alſo $14 \times x = 18000 \times 8$ mithin $14\,x = 144000$, und $x = \frac{144000}{14} = 10285\frac{5}{7}$.

Die Unruhe B wird alſo $10285\frac{5}{7}$ Vibrationen in einer Stunde thun müſſen, und Bögen von 240 Grad beſchreiben, um die nämliche Geſchwindigkeit wie die Unruhe A zu haben: nun wird in dieſem Falle, wenn die Unruhe B von einerlei Schwere iſt als A,

ſie die nämliche Kraft haben; allein die Anreibungen der Zapfen von B werden zu denjenigen von A ſeyn, wie der Durchmeſſer von A zum Durchmeſſer von B, oder wie 8 zu 14. Die Unruhe B wird alſo wenigere Veränderungen vermöge der Veränderungen der Anreibungen erleiden, weil ſie ſchwächer ſind, die Kraft der Unruhe um ſie zu überwinden iſt die nämliche wie die Unruhe A; es wird alſo eine geringere bewegende Kraft nöthig ſeyn, um die Unruhe B in Bewegung zu unterhalten als für A nöthig iſt.

*)Bei aller dieſer Berechnung über die Kräfte der Unruhe im Verhältniß zu der bewegenden Kraft, nehmen wir indeſſen an, daß die Kraft, welche von dem Steigerade auf den Regulator wirkt, gegen die bewegende Kraft mehr oder weniger verhältnißmäßig ſei; allein dieſes kann nur in dem Falle ſtatt haben, wenn die Anreibungen der Zapfen dieſer Kraft verhältnißmäßig ſind: nun iſt es dieſerwegen nöthig, die Stärke der Zapfen verhältnißmäßig nach dem Drukke, den ſie von der bewegenden Kraft erleiden, zu vergrößern oder zu verringern. Man ſieht leicht, daß, wenn man auch zwo Taſchenuhren von einerlei Dimenſionen machen dürfte, einerlei Schwere der Unruhe brauchte, ihnen eben dieſelbe Größe der Vibration, eben dieſe bewegende Kraft gäbe, ſobald als die Stärke der Zapfen nur um ein weniges abweicht, beide Uhren nicht mehr gleichen Gang haben werden, ſolchergeſtalt, daß man die bewegende Kraft entweder werde vermehren oder vermindern müſſen, je nachdem die Uhr von Wärme oder Kälte Veränderungen macht. Iſt dieſes nun bei zwo Taſchenuhren von einerlei Art ſchon nothwendig, um wie nöthiger wird es nicht dann erſt bei zwo Uhren ſeyn, daß man auf die Anreibungen Rükſicht nimmt, und ſie verhältnißmäßig macht, welche in der Stärke der Bewegung verſchieden ſind, und wozu der von uns erfundene Zirkel zur genauen Abmeſſung der Stärke der Zapfen dienlich iſt.

XII.

Ueber den Widerſtand des Oels wegen Kompenſation der Wirkung von der Wärme und Kälte auf die Spiralfeder. **)

Wenn nach unendlicher Mühe man wirklich dahin gelangt iſt, eine Uhr zu verfertigen, welche bei den Veränderungen der Temperatur, der Lage u. ſ. f. keine Veränderung leidet, und welche endlich ſtets mit einerlei genauem Gange fortgeht, ſo iſt es beſonders nöthig, alle ihre Dimenſionen aufzuzeichnen, um ſich derſelben zur Vergleichung bei dem Baue einer davon abweichenden Uhr, es ſei nun in Rükſicht der Stärke der Bewegung, der Vibration u. ſ. f. zu bedienen. Allein es iſt noch nicht hinlänglich, wie wir ſchon erwähnt haben, die Stärke der Bewegung zwoer Uhren mit einander zu vergleichen, denn der Widerſtand der Oele in den Zapfen der Unruhe, (die einzigen Urſachen der Kompenſation der Wirkungen der Kälte auf die Spiralfeder) ſteht nicht mit der Größe der Bewegung in gleichem

*) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. p. 310.

**) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. p. 312.

chem, ſondern vielmehr in umgekehrtem Verhältniß, d. i. je mehr die Kraft der Bewegung der Unruhe vermehrt wird, deſtomehr wird der Widerſtand der Oele vermindert, (indeß die Zapfen immer einerlei bleiben) und folglich hat deſto weniger Kompenſation ſtatt. Man muß daher um ſo mehr, als beſonders weſentlich, die Anreibungen und den Widerſtand von den Oelen in den Zapfen der Unruhe vergleichen, um ſie mit der Stärke der Bewegung verhältnißmäßig zu machen.

In Rükſicht der Kompenſation iſt es daher nöthig, daß der Widerſtand der Oele oder die Anreibung der Zapfen der Unruhe vermöge der Kälte einen langſamern Gang verurſache, der dem beſchleunigtern Gange von der nämlichen Kälte auf die Spiralfeder gleich ſey; allein die Kraft der Spiralfeder muß gegen die Stärke der Bewegung der Unruhe verhältnißmäßig ſeyn, wo denn die Veränderungen der Elaſticität der Spiralfeder durch die Kälte gleichfalls gegen die Stärke der Spiralfeder verhältnißmäßig ſeyn werden. Man kann hieraus folgende Regel ziehen: Der Widerſtand der Oele in den Zapfen einer Unruhe muß (in Rükſicht der Kompenſation) zu dem Widerſtande der Oele einer andern Unruhe, wo dieſe Kompenſation ſtatt hat, ſeyn, wie die Stärke der Bewegung der geſuchten Unruhe zur Stärke der Bewegung der gegebenen Unruhen.

Um dieſes Verhältniß zu beſtimmen, bediene man ſich 1) der angeführten Verfahrungsarten zu Auffindung der Größen der Bewegung der Unruhen, und 2) um den Widerſtand der Oele in den Zapfen der gegebenen Unruhe zu heben, oder welches einerlei iſt, die Anreibungen, mache man ein Produkt aus dem durchlaufenen Raume in einer Sekunde z. B. durch die Zapfen der Unruhe. Um nun dieſen Raum zu haben, muß man den Durchmeſſer der Zapfen meſſen, und dieſen Durchmeſſer durch die Anzahl der Vibrationen in einer Sekunde multipliciren: endlich multiplicire man dieſes Produkt durch die Schwere der Unruhe. Eben dieſe Berechnung mache man bei der geſüchten Unruhe, und man wird Produkte erhalten, welche die verhältnißmäßigen Anreibungen der beiden Unruhen ausdrukken werden. Allein da die Anreibung der Zapfen der geſuchten Unruhe gegen die Stärke der Bewegung der Unruhe verhältnißmäßig ſeyn muß, um damit die Kompenſation ſtatt habe, ſo laſſe man eine x unbekannt ſeyn, welche den Durchmeſſer der Zapfen der geſuchten Unruhe ausdrükken wird; man bediene ſich der Regel de Tri, welche den Werth von x giebt, wenn der Durchmeſſer der Zapfen gegeben iſt, und ſo findet man die Schwere der Unruhe, ſo wie die übrigen Dimenſionen.

Es ſchien anfangs, daß vermöge des gegebenen Grundſazzes, bei Annehmung dieſer vorgeſchriebenen Verhältniſſe, eine Uhr, welche wenig Stärke der Bewegung hätte, z. B. eine Monatsuhr, mit einer Genauigkeit gehen müſte, welche mit derjenigen von 30 Stunden gleich wäre, und eine große Stärke der Bewegung hätte; allein dieſes iſt nur für den Widerſtand der Oele in den Zapfen der Unruhe, welche die Wirkungen der Kälte auf die Spiralfeder erſezzen, richtig, angenommen, daß die bewegende Kraft ſtätig iſt.

 Nun

Nun hat bei einer Taſchenuhr, welche wenig Stärke der Bewegung *) hat, dieſe Voraus- ſezzung für den Augenblik ſtatt, wo die Feder ihre ganze Elaſticität hat, die Flüßigkeit der Oele, und die Anreibungen die nämlichen ſind; ſobald als ſich aber dieſe Dinge ändern, ſo wird die Uhr beträchtliche Veränderungen machen, wie man ſehr leicht beweiſen kann; denn die Wirkung der Kälte auf die Oele des Räderwerks (z. B. bei einer Uhr von einem Monate) kann ſo beſchaffen ſeyn, daß es einen geringen Theil der Kraft raubt, welche auf den Umkreis des Steigerads wirkt. Nun muß in dieſem Falle die Uhr Veränderungen machen 1) weil, wenn die Unruhe kleinere Bögen beſchreibt, die Vibrationen nicht von gleicher Dauer ſeyn werden, als bei großen Bögen, 2) der Druk des Rades auf den Zilinder wird um vieles kleiner ſeyn, und die Anreibung, vermöge dieſer Urſache, um vieles verſchieden, und zwar um ſo mehr als das Oel für die Hemmung weniger fließend iſt u. ſ. f. Dieſes einzige allein iſt ſchon hinreichend, große Veränderungen zu verurſachen, und dies um ſo mehr, als dieſe Anreibungen in einem großen Verhältniſſe mit der Stärke der Bewegung des Regulators ſtehen werden: man ſieht daraus noch mehr, um wie vielmehr eine Uhr vorzuziehen iſt, welche eine große Stärke der Bewegung hat.

Aus eben dieſer Bemerkung ſowohl als aus dem vorhergehenden folgt auch, daß zu Erhaltung der Kompenſation der Wärme und Kälte, die bewegende Kraft ſtätig ſei, denn wenn ſie ſich verändern kann, ſo wird die Unruhe entweder größere oder kleinere Bögen beſchreiben, und folglich wird der Widerſtand der Oele ſich nach Verhältniß verändern, welches denn nothwendig auch auf die Uhr Veränderungen bewirken wird, welche um ſo größer oder kleiner ſeyn werden, je nachdem die Hemmung u. ſ. f. beſchaffen iſt. Wir wollen uns hier bei der fernern Auseinanderſezzung dieſer Wirkungen nicht aufhalten, denn die Möglichkeit davon iſt von einer unendlichen Verſchiedenheit, je nachdem die Kombinationen der Maſchine verſchieden ſind; es iſt hinreichend, wenn wir hier nur die Nothwendigkeit einer ſtätigen bewegenden Kraft gegeben haben.

Um dahin zu gelangen, die bewegende Kraft in einer Taſchenuhr ſo ſtätig als möglich zu machen, giebt es drei Mittel: das erſte iſt, dem Regulator eine große Stärke der Bewegung zu geben, welches denn nach Verhältniß die bewegende Kraft vermehrt, und folglich ſchwächen die Wirkungen des Oels durch die Kälte einen kleinen Theil der dem Steigerade

gerade

*) Man muß übrigens anmerken, daß die Gränzen der Verminderung der Bewegung in einer Taſchenuhr ziemlich enge ſind; denn man muß annehmen, daß man zwar die Anreibungen der Zapfen der Unruhe und des Räderwerks nach Verhältniß der Kraft vermindern kann, allein es giebt auch hierin ein geſeztes Maas, weil je ſchwächer ſie werden, deſto mehr ſie der Zerſtörung ausgeſezt ſind, aus dem Grunde, weil ihre Oberfläche nicht mehr gleich wird, ſondern aus kleinen winklichten Theilen zuſammengeſezt, welche ſchneiden, eine Wirkung, welche bei Zapfen von einer gewiſſen Stärke nicht Statt hat, ſo wie dieſes auch mit der Bildung der Theile des Stahls übereinkommt. Endlich kann man auch die Stärke der Bewegung nur bis auf einen gewiſſen Punkt ſchwächen, um daß die Veränderungen der Oele durch die Kälte und Wärme die dem Steigerade mitgetheilte Kraft nicht merklich verändern.

gerade mitgetheilten Kraft. Das zweite Mittel iſt, die Oberflächen der reibenden Theile der Maſchine gegen den Druk verhältnißmäßig zu machen, dem jeder Theil ausgeſezt iſt, und beſonders in Rükſicht der Größe, die eine gegebene Materie ausſtehen kann, ohne daß dadurch die Oberfläche angegriffen werde, eine weſentliche Bedingung, die Anreibung ſtätig zu machen. Endlich iſt das dritte Mittel, die Maſchine ſo einzurichten, daß das Oel, was man den reibenden Theilen giebt, um ihre Anreibung zu vermindern, ſich lange Zeit erhalte, und ſich gewiſſermaßen erneuere.

Um die Dimenſionen der reibenden Theile zu erhalten, muß man nach Verſuchen ſchließen, denn dies iſt der einzige Weg dazu, weil man nicht unmittelbar die Größe der Wirkung beſtimmen kann, die ein Körper von einer ſolchen Maſſe auszuhalten vermögend iſt, ohne zerſtöret zu werden, wenn er ſich mit irgend einer Geſchwindigkeit u. ſ. f. bewegt. Weiß man nun aus Erfahrung, daß z. B. eine Unruhe, welche irgend eine Schwere und Geſchwindigkeit hat, bei irgend einer Stärke der Zapfen, auf einem andern Körper ſich bewegen könne, ohne daß die Theile des einen und des andern durch die fortgeſezte Bewegung leiden, ſo wird man vermöge dieſer Kenntniß auf die Dimenſionen einer andern Unruhe, Räder u. ſ. f. ſchließen können, indem man die Oberflächen verhältnißmäßig nach dem Druk, der Geſchwindigkeit u. ſ. w. vermehrt oder vermindert, d. i. indem man die Anreibungen verhältnißmäßig nach denjenigen bekannten macht.

XIII.

Dimenſionen einer Taſchenuhr mit halben Sekunden und mit Zilinderhemmung. *)

Dieſe Uhr iſt bei verſchiedenen Temperaturen unterſucht, die Kompenſation ſehr genau eingerichtet, und die Anreibungen ſtätig gemacht worden, ſo daß man dieſe zum Muſter für die Verfertigung andrer Taſchenuhren nehmen kann.

Das Schnekkenrad macht in 5 Stunden $\frac{1}{2}$ einen Umgang; die Feder zieht 3 Quentchen $\frac{1}{2}$ in einer Entfernung von 4 Zoll vom Mittelpunkte des Schnekken, das große mittlere Rad macht innerhalb einer Stunde einen Umgang, ſeine Zapfen haben $\frac{5}{48}$ einer Linie im Durchmeſſer: dieſes Rad ſelbſt iſt 5 Gran ſchwer; das kleine mittlere Rad iſt 2 Gran $\frac{1}{4}$ ſchwer, ſeine Zapfen halten im Durchmeſſer Linien 0, $\frac{5}{48}$ und es macht innerhalb 7 Minuten $\frac{1}{2}$ einen Umgang; das Kronrad iſt 1 Gran $\frac{1}{8}$ ſchwer, ſeine Zapfen haben zum Durchmeſſer Linien 0, $\frac{3 \times \frac{1}{2}}{48}$, es macht innerhalb einer Minute einen Umgang: der eine verlängerte Zapfen deſſelben Rades trägt den Sekundenzeiger; das Steigerad iſt 1 Gran $\frac{1}{8}$ ſchwer, ſeine Zapfen halten $\frac{3}{48}$ einer Linie im Durchmeſſer, es macht in 15 Sekunden einen Umgang, oder 4 Umgänge in einer Minute, folglich 240 in einer Stunde, und 1320 bei einem Umgange des Schnekken; dieſes Rad hat 15 Zähne; die Unruhe macht alſo 120 Vibra-

*) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. S. 316.

Vibrationen in einer Minute und 7200 in einer Stunde: der Durchmeſſer dieſes Rades iſt 3 Linien ½. Die Unruhe wiegt mit dem Klöbchen und dem Spiralfederſtifte 13 Gran, und 12 Gran ohne dieſelben; ihre Zapfen haben im Durchmeſſer $\frac{3}{48}$, der Durchmeſſer der Unruhe iſt 9 Linien ½, der äußere Durchmeſſer des Zilinders $\frac{22}{48}$. Der Bogen des Hebens der Hemmung iſt 45 Grad, der Bogen der Vibration 280 Grad, wenn die Uhr liegt.

XIV.

Ueber die Anreibungen des Zilinders. *)

Arbeitet man dahin, die Anreibungen ſtätig zu machen, ſo muß man nie dieſen Grundſaz aus dem Geſichte verlieren: daß ein gegebener Körper nur einen beſtimmten Druk aushalte, ohne daß die reibenden Theile ſich zerſtören, und folglich ſodann die Anreibung ſich vermehre. Wenn man alſo eine große ſchwere Unruhe hat, ſchnelle und weite Vibrationen, d. i. eine große Stärke der Bewegung, und dieſe Unruhe werde durch eine Zilinderhemmung in Bewegung geſezt, ſo wird bald die Anreibung auf den Zilinder beträchtlich werden, und die Zerſtörung wird bald erfolgen, wenigſtens wenn die Zähne des Rades nicht ſehr ſtark ſind; denn ſind ſie ſcharf und ſchwach, ſo werden ſie in die Zwiſchenräume auf der Oberfläche des Zilinders dringen, und dieſe Oberfläche abnuzzen, woher denn eine ſehr große Vermehrung der Anreibung und eine ſehr ſchnelle Zerſtörung erfolgt, ſo wie gleichfalls große Veränderungen in den Vibrationen des Regulators erfolgen müſſen: die Stärke des Zahns oder der geneigten Fläche in einem Zilinderrade muß man daher nach Verhältniß der Kraft vermehren, welche dieſes Rad auf die Unruhe anwendet, und anſtatt die geneigten Flächen am Ende winklich zu machen, muß man ſie im Gegentheil abrunden, daß ſie auf der größten Oberfläche tragen. Um nun alſo die Stärke der Zähne verhältnißmäßig zu machen, iſt es nöthig, die Kraft gegen den Umkreis des Hemmungsrades zu berechnen. Folgende iſt eine ſehr einfache, obſchon nicht ganz vollkommen genaue Methode, weil wir uns eben izt nicht mit der Betrachtung der Anreibung des Räderwerks beſchäftigen wollen: allein zu gegenwärtiger Anwendung iſt ſie hinlänglich ſicher.

Um die Kraft zu finden, welche die Feder einer Taſchenuhr mit Sekunden, deren Dimenſionen wir gegeben haben, dem Umkreiſe des Hemmungsrades mittheilt, ſo muß man 3 Quentchen ½ bewegende Kraft auf Hunderttheile von Granen reduciren, wo man 252,00 erhält, welche durch 1320 als die Zahlen der Revolutionen des Hemmungsrades bei einer des Schnekken dividirt, die dem von 4 Zoll im Halbmeſſer angenommenen Hemmungsrade mitgetheilte Kraft geben werden: nach geſchehener Diviſion findet man $\frac{19 + \frac{1}{11}}{100}$; allein da das Hemmungsrad nur $\frac{21}{12}$ zum Halbmeſſer hat, ſo muß man $\frac{19 + \frac{1}{11}}{100}$ durch die Zahl mul-

*) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. S. 317.

multipliciren, welche beſtimmt, um wieviel der Halbmeſſer von 4 Zoll des Schnekken, wo das Gewicht angebracht iſt, groͤßer iſt als der Halbmeſſer des Hemmungsrades; dieſe Zahl iſt $27\frac{1}{7}$, welche multiplicirt mit $\frac{19+\frac{1}{11}}{100}$ giebt 5 Gran $\frac{24}{100}$, d. i. daß wenn man die Anreibungen der Zapfen und die Traͤgheit der Raͤder abzieht, das Hemmungsrad auf deſſen Umfang eine Kraft von 5 Gran $\frac{24}{100}$ habe: um nun die Abnuzzung des Zilinders zu vermeiden, gebe ich den Zaͤhnen dieſes Rades $\frac{1}{12}$ Staͤrke, damit der Druk nicht auf der Oberflaͤche des Zilinders Verwuͤſtung anrichte.

Wir merken hier noch in Abſicht der Anreibungen des Zilinders an, daß um je mehr die Anreibungen der Zapfen der Unruhe vermindert worden, um deſto groͤßer die bewegende Kraft ſeyn muͤſſe, um die Groͤße der Vibrationen zu vermehren, damit die Kompenſation durch Waͤrme und Kaͤlte ſtatt habe; woraus denn folgt, daß bei einer ſolchen Uhr der Druk auf den Zilinder davon weit betraͤchtlicher iſt, und folglich die Anreibungen groͤßer ſind, ſo wie auch die Veraͤnderungen, welche dieſe Anreibung verurſacht; daher wuͤrde es vortheilhaft ſeyn, die Zapfen der Unruhe ſtaͤrker zu machen: man wuͤrde durch dieſes Mittel die Groͤße der Vibrationen und die Anreibung des Zilinders vermindern.

Ich muß in Ruͤkſicht der Anreibungen noch anmerken, daß ob man auch ſchon in zwo Uhren von einerlei Art die Zapfen von einerlei Staͤrke, die Raͤder von einerlei Schwere, die Feder von gleicher Kraft, und endlich alle Dimenſionen vollkommen gleich gemacht, es ſich doch zutragen kann, daß die Anreibungen nicht die naͤmlichen ſind, beſonders wenn es Uhren mit dem Zilinder ſind, denn der Stahl, woraus die Zilinder beſtehen, kann ſo verſchieden ſeyn, daß davon verſchiedene Anreibungen ausfallen; die Oberflaͤchen der Zapfen koͤnnen bei einer weniger als bei der andern eben ſeyn, welches ebenfalls von der Beſchaffenheit des Stahls abhaͤngt, eben ſo ſind nur etwas weniger harte Zapfen dem Anreiben mehr ausgeſezt, das Meſſing, wo die Lager ſind, kann mehr oder weniger poroͤs, weniger rein u. ſ. f. ſeyn; alſo ſo großen Fleiß und Kunſt man auch auf zwo Uhren verwendet haben duͤrfte, ſo kann man doch keinesweges erwarten, daß ſie mit gleichem genauen Gange gehen werden. Zwar werden dieſe Veraͤnderungen, welche blos allein Produkte von der Veraͤnderlichkeit der Materien ſind, nicht ſehr betraͤchtlich ſeyn, auch laſſen ſie ſich abhelfen, aber man kann doch unter dieſen Ausſichten ſehen, was eigentlich zu dem genauen Gange ſolcher Maſchinen gehoͤre.

Endlich giebt es, unabhaͤngig von den Urſachen der Veraͤnderungen bei Taſchenuhren, deren ich bisher erwaͤhnet, noch andre, die, ob ſie ſchon weniger ſichtbar ſind, doch eben ſo weſentlich hieher gehoͤren; denn dieſe Maſchinen ſind Veraͤnderungen ausgeſezt, ſelbſt wenn keine Veraͤnderung weder in der Temperatur, noch in der Lage der Uhr vorhanden iſt, ja wenn ſogar die Anreibungen die naͤmlichen zu ſeyn ſcheinen. Dieſe Veraͤnderungen koͤnnen verurſacht werden 1) durch die Veraͤnderungen der Schwere der Atmoſphaͤre, 2) durch die verſchiedene Elaſticitaͤt der Spiralfeder, denn ohnerachtet wir nur die Wir-

kung der Wärme und Kälte auf eine Feder kennen, ſo können doch auch andre Urſachen vorhanden ſeyn, welche auf dieſe Kraft Einfluß haben; 3) kann die Feuchtigkeit und Trokkenheit die Natur der Anreibungen verändern. Ich habe bis izt keine Verſuche anſtellen können, um etwas gewiſſes und zuverläßiges darüber zu ſagen, ſie ſollen alſo hier nichts weiter als Muthmaßungen ſeyn. Wenn übrigens die Veränderungen, welche ich bemerkt habe, durch eines der angenommenen Dinge, oder von mehrern, verurſacht werden, ſo ſieht man wohl, daß man um ſo mehr die Wirkungen vermindern wird, als die Taſchenuhren eine große Stärke der Bewegung haben, und die Anreibungen vernichtet oder ſtetig gemacht worden ſind.

XV.

Bemerkungen über die Art, die Anreibungen ſtätig zu machen. *)

Weil der genaue Gang der Uhren von dem Verhältniſſe der Anreibungen mit der Stärke der Bewegung des Regulators, und von der Stätigkeit der Anreibungen abhängt, ſo muß man alle Mittel aufſuchen, welche dahin führen können. Wir haben bereits dieſe beiden Gegenſtände abgehandelt, wir wollen daher nur noch einige Bemerkungen in Rükſicht des leztern beifügen.

1) Wenn die Stärke der Zapfen gegeben iſt, ſo wird man die Anreibungen ſtätig machen, indem man dieſe Zapfen mit Sorgfalt ausarbeitet, ſolchergeſtalt daß ſie vollkommen rund ſind, und aus reinem wohlpolirten Stahl u. ſ. f. beſtehen. Eben dieſe Sorgfalt wende man auf die Löcher: zu dieſer Rükſicht bediene man ſich des guten harten Plattmeſſings, trage Sorgfalt, die Länge des Zapfens und des Lochs zu ſeinem Durchmeſſer verhältnißmäßig zu machen: die Regel, deren ich mich hiebei bediene, dem Zapfen ſeine gehörige Länge zu geben, iſt, daß ich dieſe zweimal ſo groß als ſeine Durchmeſſer nehme.

2) Um die Anreibungen ſo gering als möglich zu machen, iſt es beſonders nöthig, den Druk auf ein Trieb ſo zu vertheilen, daß jeder Zapfen die Hälfte trage: eben dies gilt bei Unruhen, Rädern u. ſ. f. Dies iſt der größte Vortheil, den man von den Kloben auf den Uhrblättern hat. Eben ſo iſt es für die Theile eines Repetierwerks nöthig, Kloben innerhalb der Uhrblätter zu ſezzen, um die Wellen abzukürzen, damit das Trieb mitten zwiſchen beiden Zapfen innen liege; in dieſem Falle wird denn der Druk gleich auf jeden Zapfen vertheilt ſeyn, ſo wie man ſie ſolchemnach ſo ſchwach als möglich machen kann: man vermindert daher auf dieſe Art die Anreibung, indem man ſie ſtätig macht.

3) Muß man für die Lager der Zapfen tiefe Behälter zu machen ſuchen, welche eine hinlängliche Menge Oel auf eine geraume Zeit aufbehalten können. Nun kann ſich ver=

*) S. Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. p. 320.

vermöge dieſer Einrichtung nur ſehr wenig von den Partikelchen der Materie der reibenden Theile losreißen, die Oele werden flüßig, und die Reibung ſtätig bleiben.

4) Man macht insgemein Kapſeln an Uhren mit dem Zilinder, allein außer daß ſie oft der Bewegung hinderlich ſind, und das Volumen vergrößern, glaube ich ſogar, daß ſie völlig zu Verhinderung des in das Räderwerk fliegenden Staubes unnüz ſind, weil dieſe Kapſeln Löcher haben müſſen, wodurch denn der Staub immer Eingang findet, und zwar in ſo großer Menge als vielleicht ohne Kapſel nicht geſchehen wäre: es wäre daher vorzüglicher, wenn man bei der Umfaſſung der Uhr die Feder des Gehäuſes wegließe, weil der Knopf dieſer Feder niemals ſo vollkommen ſchließt, daß er den Staub ganz abhielte; ich halte daher den ſcharfen Schluß dieſer Gehäuſe oder das Einſprengen allein für vortheilhafter, beſonders da es weit vollkommener ſchließt.

5) Für die Verringerung der Anreibung der Zapfen und andrer reibenden Theile einer Uhr iſt Oel ſchlechterdings nothwendig, allein nicht jedes Oel iſt gleich geſchikt dazu, vielmehr hängt von deſſen Beſchaffenheit die größte Gleichförmigkeit bei den Anreibungen ab; denn wenn man ſich eines ſehr flüßigen Oels bedient, ſo werden ſogleich alle Anreibungen ſehr gering ſeyn; allein dieſes Oel, deſſen Theile ſo beweglich ſind, dünſtet ſehr ſchnell aus, ſo daß eine klebrichte Materie zurükbleibt, welche die Anreibung beträchtlich vermehrt, welches beſonders mit allen zubereiteten Oelen der Fall iſt. Es iſt nicht leicht, zwiſchen dieſen zweien Dingen zu wählen: denn ein Oel, welches wir bei Taſchenuhren anwenden, ſollte ſehr beweglich ſeyn, weil dieſe Maſchinen ſehr wenig Zug haben, es ſollte aber auch zu gleicher Zeit ſich lange in einerlei Zuſtande erhalten, und dies iſt unter ſolchen Umſtänden nicht möglich. Denn wenn das Oel flüßig iſt, und man will, daß die Kälte es nicht leicht verdikke, ſo wird es in kurzer Zeit verdünſten, iſt es hingegen dik, ſo verurſacht es großen Widerſtand. Es bleibt daher immer vorzüglicher, ſich des leztern Oels zu bedienen, weil es noch beſſer iſt, der Widerſtand ſey etwas größer, wenn er nur ſtätig, und gleichförmig iſt: ich bediene mich daher mit Vortheil des Aachner Oels ohne Zubereitung, und zwar je friſcher und reiner deſto beſſer.

Ueberhaupt verdünſtet das Oel nicht gleichmäßig in allen Theilen einer Taſchenuhr; dies hängt von der mehrern oder wenigern Anreibung ab, und je nachdem das Oel der Wirkung der Luft ausgeſezt iſt. Z. B. wenn man einen großen Tropfen Oel in das Behältniß eines Zapfens thut, ſo braucht es längere Zeit zu verdünſten, als eben dieſe Menge Oel an einer Zilinderhemmung angebracht gebraucht haben würde, denn im erſtern Falle erhält das Oel eine geringere Oberfläche, anſtatt daß im zweiten Falle jeder Zahn des Rades einen Theil Oel wegnimmt, wodurch eine größere Oberfläche der Luft ausgeſezt wird, und ſolchemnach eine geſchwindere Verdünſtung erfolgt, ſo wie ich es auch jederzeit aus Erfahrung gefunden habe.

Noch muß ich in Rükſicht des Oels anmerken, daß man einerlei Art deſſelben nicht bei allen Anreibungen brauchen muß, denn bei einer großen Schlaguhr, deren Räder ſchwer, und die bewegende Kraft ſtark iſt, muß man ſich ſchon eines ziemlich dikken Oels bedienen, welches ſich über die reibenden Theile ausbreitet; denn nimmt man ein ſehr flüßiges Oel, ſo wird es, da es wenig Körperliches hat, unter den reibenden Theilen wegglitſchen, und dieſe werden ſich ſo reiben, als ob ſie kein Oel hätten, welches denn nothwendig ihre Zerſtörung nach ſich zieht. Mit einem Worte, es iſt nöthig, daß die Materie, welche man zu Verringerung der Anreibung anwendet, eine mit dem Drukke verhältnißmäßige Konſiſtenz habe, denn gewiß Aachner Oel für ein Wagenrad würde ſo wenig nuzzen als Waſſer.

II. Aus-

II.

Auswahl auserleſener Muſter von Uhren.

I.

Beſchreibung einer Sekundentaſchenuhr mit doppelten Vibrationen in einer Sekunde. *)

Bei Sekundentaſchenuhren hat man bis gegenwärtig den Sekundenzeiger zwiſchen den Minuten- und Stundenzeigern geſezt, eine Einrichtung, welche mir ſtets mangelhaft geſchienen; denn 1) iſt der Sekundenzeiger öfters ausgeſezt, daß er an einen oder den andern dieſer Zeiger wegen des Spielraums ſeiner Röhre anſtreift, ſo wie denn noch überdies der Sekundenzeiger bei jedem Umgange von dem Minutenzeiger verdekt wird; 2) lauft die Röhre des Sekundenzeigers auf der Minutenröhre, welches eine beträchtliche Anreibung wegen deſſen Größe und der Geſchwindigkeit ſeiner Bewegung verurſacht; 3) bei Zilindertaſchenuhren hat dieſe Röhre ein Rad, welches in das Trieb des Hemmungsrads greift, ſo daß nothwendiger Weiſe dieſer Eingriff einen Spielraum bedarf, wenn die Uhr nicht ſtehen bleiben ſoll, und ſo gering dieſer auch ſeyn dürfte; ſo ſchlottert doch immer der Sekundenzeiger ſo, daß es nicht möglich iſt, von dem Zeiger die Vibrationen der Unruhe zu nehmen, welches doch bei Obſervationen beſonders nöthig iſt. Wegen dieſer Schwierigkeiten habe ich folgende Uhr verfertiget.

A (Taf. I. Fig. 2.) iſt das Federhaus, B der Schnekken, C das große mittlere Rad: (bei gewöhnlichen Sekundentaſchenuhren, oder bei andern, ſteht dieſes Rad in der Mitte der Uhr): das Schnekkenrad hat 54 Zähne, und greift in das Trieb b, welches das große mittlere Rad C trägt; dieſes greift in das Trieb c von 8 Stäben; dieſes Trieb greift nicht nur in das Rad C, ſondern es geht auch quer durch die Platte (Fig. 1) ſolchergeſtalt, daß es in das Rad G eingreifen kann; der Zapfen dieſes Triebs läuft in dem Kloben L; dieſes Trieb trägt das kleine mittlere Rad D (Fig. 2) von 60 Zähnen, und greift in das Trieb d, woran das Rad E von 48 Zähnen befeſtiget iſt; dieſes Rad greift in das Trieb e von 12 Stäben, welches das Steigerad F von 15 Zähnen trägt; jeder Umgang deſſelben bewirkt alſo auf die Unruhe 30 Vibrationen, und da dieſes zwo Vibrationen in einer Sekunde macht, ſo bedarf das Rad F 15 Sekunden für einen Umgang: nun macht deſſen Trieb bei einem Umgange des Rads E vier Umgänge, dieſes bedarf daher eine Minute für einen Umgang; der verlängerte Zapfen dieſes Rads E trägt den Sekundenzeiger; dieſer

*) Berthoud Eſſ. ſur l'horl. T. II. p. 214.

dieſer Zapfen geht quer durch den Kloben N, welcher im Mittelpunkt der Platte (Fig. 1) befeſtiget wird; er dient das Minutenrad H (Fig. 1.) zu tragen.

Das Rad H geht vermittelſt einer Spreißfeder gedrang an das Rad G (Fig. 1); beide Räder bewegen ſich alſo zuſammen, oder auch beſonders: wenn man den Stundenzeiger wegnimmt, ſo liegen ſie wie Fig. 1. Die Röhre des Rads H trägt den Minutenzeiger; dieſes Rad G greift in das Wechſelrad I, deſſen Trieb in das Stundenrad greift, welches den Stundenzeiger trägt.

Vermittelſt der Einrichtung dieſer Taſchenuhr habe ich daher die von dem Zuſaz der Sekunden verurſachten Anreibungen ſehr geringe gemacht, weil das Sekundenrad von dem Zapfen des Rades E (Fig. 2) getragen wird: auch habe ich den Spielraum des Sekundenzeigers weggebracht, welcher, da er von einem Rade des innern Laufwerks getragen wird, kein Schlottern zuläßt, da die Feder unmittelbar darauf wirkt. Der Sekundenzeiger liegt über alle Zeiger, und kann auf dieſe Art beſſer geſehen werden; der Gang deſſelben iſt frei, ohne Spielraum und Zurükfall, und hält genaue halbe Sekunden; dieſe Uhr iſt daher zu Obſervationen ſehr geſchikt.

Wenn die Sekunden auf dem Zifferblatte konzentriſch ſind, ſo muß man den Zapfen des Sekundenrades nicht von der Platte tragen, ſondern vielmehr in einer Röhre auf dem Kloben N laufen laſſen; auf dieſe Art wird der Zapfen ſehr ſchwach, welches deſſen Anreibung denn auch vermindert, da ſie vermöge der Schwere des Sekundenzeigers nothwendig immer vermehrt wird.

II.

Beſchreibung einer Sekundentaſchenuhr, welche 8 Tage ohne aufzuziehen fortgeht, und deren Regulator aus zwo Unruhen zuſammengeſezt iſt, welche Sekunden vibriren. Verſuche über dieſe Taſchenuhr und über langſame Vibrationen. *)

Eben dieſe Uhr iſt auch für eine einfache Unruhe eingerichtet, wenn man ſie für beſſer hält. Die 4. Figur ſtellt das Innere des Laufwerks vor; A iſt das Federhaus, B der Schnekken; das Schnekkenrad C greift in das Trieb c des großen mittlern Rads D, welches in das Trieb d des Rades E greift, deſſen verlängerter Zapfen den Minutenzeiger trägt; dieſes Rad, welches im Mittelpunkte der Uhr ſteht, greift in das Trieb e, welches das kleine mittlere Rad F trägt, und in das Trieb f greift, welches das Steigerad G trägt; dieſes hat 30 Zähne, und da es auf die Unruhe bei jedem Umgange deſſelben zweimal 30 Vibrationen bewirkt, ſo bedarf es für einen Umgang einer Minute; die verlängerte Welle deſſelben trägt den Sekundenzeiger, welcher auf einem exzentriſchen Kreiſe auf dem

*) Berthoud. Eſſ. ſur l'horl. T. II. p. 216.

dem Zifferblatte der Taſchenuhr, die Sekunden anzeigt. Die Hemmung geſchieht mit dem Zilinder, welcher die Unruhe B Fig. 3 trägt, und iſt von der gebräuchlichen in nichts unterſchieden; die Bewegung der Unruhe B theilt ſich derjenigen A vermittelſt der kleinen Räder a und b an den Wellen dieſer Unruhen mit.

Die Kreuze der Unruhen ſind ſo eingerichtet, um die Größe der Bögen der Vibrationen, welche beinahe 360 Grad betragen können, zu erleichtern.

Die Spiralfeder befindet ſich an der Unruhe A (Fig. 3); da nun die Hemmung an der Welle der Unruhe B geſchieht, ſo wird der geringe Spielraum, welchen der Eingriff der Mittheilung erfordert, wegen des beſtändigen Zugs der Spiralfeder ganz aufgehoben; der Rükker c, welcher zu Regulirung der Uhr dient, wird von dem Zeiger der Rükſcheibe D ſo wie bei gewöhnlichen Taſchenuhren geführt. Die Feder C iſt mit dem Einfalle verbunden, und dient, wenn man die Unruhen aufhalten, und die Stunde genau nehmen will.

Die 5. Figur ſtellt die Taſchenuhr vor, wenn man die beiden Unruhen weggenommen, und man dafür nur eine einfache Unruhe brauchen will; die Theile g, h dienen zum Flügel, Rükker und Zeiger; g iſt ein Kloben, welcher den Zeiger h feſt gegen die Platte drükt; dieſer Zeiger hat zween Stifte, zwiſchen denen die Spiralfeder geht: indem man nun alſo den Theil h von m nach k dreht, ſo macht man, daß die Uhr voreilt, und ſo im entgegengeſezten Falle: die Theile g, h ſind Fig. 6 perſpektiviſch verzeichnet.

Wir haben bereits die Anzahl der Räder einer Uhr von 8 Tagen gegeben *), und ſo auch die Dimenſionen einer ſolchen Uhr berechnet, daß wir uns alſo hiebei nicht länger aufhalten dürfen, daher ich hier nur noch die Verſuche erwähnen will, welche ich bei Verfertigung dieſer Uhr zu machen Willens war, und wovon folgendes das Reſultat iſt. Die Urſache, welche zum Bau einer Uhr mit Sekunden und zwo Unruhen Gelegenheit gab, war folgende. Herr Romilly lieferte 1755 eine Taſchenuhr, deren Unruhe Sekundenvibrationen machte: man bewunderte ſie als etwas Neues, indeſſen glaubte ich doch immer, daß eine ſolche Uhr vermöge der Erſchütterungen beim Tragen großen Veränderungen ausgeſezt ſeyn müßte. Aus dieſer Urſache geſchahe es denn, um eine Genauigkeit zu erhalten, die mit dem Sekundenzeiger, wie bei unſern Pendeluhren übereinkäme, daß ich dieſe Uhr mit zwo Unruhen verfertigte. Man weiß, ſo wie es auch vermittelſt des bloßen Anſehens der Figuren leicht iſt, ſich zu überzeugen, daß eine ſolche Erſchütterung, der man eine Taſchenuhr mit zwo Unruhen ausſezt, auf ihre Oſcillationen nicht wirken könne: ich verfertigte alſo dieſe Uhr; und wenn auch ihr Gang nicht genauer war als derjenige einer gewöhnlichen Taſchenuhr, ſo war er doch wenigſtens ſo beſchaffen, daß er nicht unregelmäßiger war, beſonders nachdem ich die bewegende Kraft mit dem Regulator in gehöriges

*) S. II. Th. des Uhrm.

riges Verhältniß geſezt, ein Verhältniß, was bei einer ſolchen Uhr ſo weſentlich nothwendig iſt, als bei jeder andern. In der Folge brachte ich eine einfache Unruhe daran an, deren Schwere ſo groß als bei der erſten war; ſie hat den nämlichen Durchmeſſer und iſt mit dem Zilinder, welcher mit dem Rade H die Hemmung macht, ſo wie ſie die nämlichen Bögen beſchreibt, wie die Hemmung mit doppelten Unruhen: mein Entzwek, indem ich wechſelsweiſe an eben dieſe Uhr einen aus zwo Unruhen zuſammengeſezten Regulator und hierauf nur einen einfachen anbrachte, war, die verſchiedenen Wirkungen beider Einrichtungen durch alle Arten von Bewegungen, Lagen und Temperaturen zu vergleichen, welches mir auch gedient hat, welcher Einrichtung von beiden der Vorzug gebühre. Ich will hier blos das Weſentlichſte von denjenigen Beobachtungen anführen, oder dasjenige, was auf die Erſchütterungen vom Tragen Rükſicht hat.

Zu Folge dieſes Verſuchs trug ich die Uhr, nachdem ich ſie gehörig regulirt, auf verſchiedene Art bei mir, und ſezte ſie allen Arten der Bewegungen u. ſ. w. aus. Sie gieng beſtändig gut, und ich fand nicht, daß die Erſchütterung vom Tragen auf ſie irgend eine Veränderung bewirkte, noch wie ich mir vorgeſtellt, daß gewiſſe Bewegungen, Stöße u. ſ. f. die Geſchwindigkeit einer großen und ſchweren Unruhe, welche langſame Vibrationen macht, zu vermehren bemüht geweſen, oder andre Bewegungen ihre Vibrationen verſpätet hätten, überhaupt, daß der genaue Gang der Uhr davon verändert worden, indem eine ſolche Bewegung, welche die Uhr erhält, und die Geſchwindigkeit der Unruhe vermehrt, eine andre Bewegung ſie zu verſpäten ſtrebt, ſolchergeſtalt, daß der Fehler erſezt wird, wie ich aus der Erfahrung geſehen, die ich darüber gemacht habe.

Was die Taſchenuhren mit doppelten Unruhen betrift, obſchon diejenigen, die ich gemacht, ſehr gut giengen, ſo giengen ſie doch eigentlich in nichts beſſer als diejenigen mit einfacher Unruhe. Ueberdies macht ihr Bau unendlich viel Mühe, und ich muß anmerken, daß alle dieſe Schwierigkeiten zu gar nichts nuzzen; und der Mechanismus alſo völlig unnüz iſt.

Allein keinesweges iſt das der Fall bei Taſchenuhren mit langſamen Vibrationen, d. i. deren Länge Sekunden betrāgt; und wenn ſie auch ſchon in der That, aus der Wärme in die Kälte gebracht, in nichts beſſer gehen, als die gewöhnlichen Taſchenuhren, wie wir zeigen werden, ſo haben ſie doch den Vortheil, daß ſie zu Obſervationen ſehr bequem ſind. Indeſſen muß ich hier anmerken, daß dieſe Arten von Taſchenuhren ſehr große Sorgfalt in der Bearbeitung bedürfen, und daß, wenn ſie eine geringere bewegende Kraft erfordern, da die Unruhe wenig Zug erhält, die Ungleichheit der bewegenden Kraft oder der Anreibungen, größere Veränderungen auf ſie bewirkt, als auf gewöhnliche Taſchenuhren mit ſchnellen Vibrationen und mit einer leichten Unruhe.

Die Taſchenuhren mit langſamen Vibrationen ſind dem Stoße der Unruhe mehr unterworfen; aus dieſer Urſache muß man auch bei ihnen eine Zilinderhemmung anbringen,

da

da das Heben dieſer Hemmung insgemein 45 Grad beträgt, und der Bogen der Vibrationen 180. Sie kann indeſſen noch 180 Grad beſchreiben, ſolchergeſtalt, daß wenn die Uhr einen Stoß erhält, die Wirkung davon blos darin beſtehen wird, daß die Unruhe einen größern Bogen beſchreibt, ohne jedoch merklich die Dauer der Vibrationen zu verändern; da hingegen wenn man langſame Vibrationen machen läßt, und man eine ſchwere Unruhe mit der Hemmung vermöge des Steigerads anwendet, der geringſte Stoß Veränderungen verurſacht, welche nothwendiger Weiſe den Gang der Uhr in Unordnung bringen würden.

Endlich wenn Taſchenuhren mit langſamen Vibrationen ein Genüge leiſten, ſo muß ich ſagen, daß ſie des nämlichen genauen Ganges nicht fähig ſind, als es eine Taſchenuhr wäre, die nach den gegebenen Grundſäzzen gemacht, eine leichte Unruhe hätte, ſchnelle Vibrationen machte, und durch dieſes Mittel weniger Anreibung und mehr Kraft der Bewegung erhielte.

Verſuch den 12 Januar 1760.

Ich trug während 12 Stunden die Sekundentaſchenuhr von 8 Tagen bei mir, ſie war regulirt; ich ließ ſie ferner 12 Stunden in einer Kälte des Eispunktes gehen, wo ſie um eine Minute ſpäter gieng: indeſſen ſind die von der Unruhe durchlaufenen Bögen nur von der verlangten Größe; denn ſobald ich ſie kleiner machte, ſo blieb die Uhr ſtehen, als ein Beweis, daß die Anreibung in Verhältniß der Kraft der Bewegung in dieſer Uhr größer iſt, und daß die Kälte auf ſie mehr Wirkung äußert. Die nämliche Probe habe ich mit der Taſchenuhr zu halben Sekunden angeſtellt: die Kälte machte, daß ſie um eine Minute voreilte, indeſſen beſchrieb ſie größere Bögen, mithin ſind bei Verringerung der Schwere der Unruhe die Wirkungen der Kälte während der großen Kälte als nichts anzuſehen. Wenn die Sekundentaſchenuhr zu 8 Tagen einer Kälte von 2 Grad unter dem Eispunkte ausgeſezt wurde, ſo blieb ſie in einer Nacht um 3 Minuten zurük, verminderte ſich aber die Kälte, ſo gieng die Uhr richtig: ich wollte während der Kälte an der Spiralfeder keine Aenderung vornehmen, um deſto beſſer über die Veränderungen urtheilen zu können.

Ich machte vor einem Jahre eine Taſchenuhr zu 8 Tagen, nach eben den Grundſäzzen, nach welchen ich die verfertiget hatte, die ich hier beſchrieben; ſie hielt Sekundenvibrationen, d. i. daß deren in einer Stunde 3600 geſchahen. Um meine Grundſäzze über die Wärme und Kälte bei Taſchenuhren, und über das Verhältniß des Regulators gegen die bewegende Kraft zu berichtigen, machte ich die Feder ſtärker als nöthig war, ſo daß die Unruhe ſehr große Bögen beſchrieb, und die Uhr beträchtliche Veränderungen erlitt, d. i. die Kälte erzeugte auf ſie einen ſehr ſpäten Gang: ich ſchwächte die Feder, und ſezte die Bögen auf 180 Grad zurük, wo ſie beinahe von der Wärme zur Kälte regulirt ward; noch blieb ſie zurük, aber ungleich weniger. Wenn die Temperatur 10 Grad über

dem Eiſpunkte war, ſo gieng die Uhr innerhalb 24 Stunden um 2 Minuten zu früh; ich ließ den Zeiger der Spiralfeder auf dem nämlichen Punkte, weil dieſe Veränderungen blos von der verſchiedenen Flüßigkeit des Oels verurſacht werden, welches bei 10 Grad über dem Eispunkte ſehr flüßig, unter dem Eispunkte und bei 4 Grad darüber ſehr dik iſt. Ich ſchwächte die bewegende Kraft dieſer Taſchenuhr, ſo daß der Bogen der Vibration nur ſehr wenig größer als derjenige des Hebens war; in dieſem Zuſtande, nachdem ich ſie 12 Stunden bei mir getragen, und nach dieſer Temperatur regulirt, ſodann ſie 12 Stunden einer Kälte des Eispunktes ausgeſezt, blieb die Uhr um eine Minute zurük: nun kann man die bewegende Kraft nicht verſchwächen, ohne daß die Uhr nicht ſtehen bliebe, man würde alſo dieſe Fehler nicht anders verbeſſern können, als daß man die Zapfen der Unruhe um vieles ſchwächer machte, indeß man die Schwere der Unruhe beibehielte; allein dieſe ſchweren Unruhen würden Gelegenheit zu Abbrechung der Zapfen bei dem geringſten Stoße geben.

III.

Beſchreibung einer gewöhnlichen Taſchenuhr mit dem Steigerade. *)

Die 1. Fig. (Taf. II.) ſtellt die Uhr perſpektiviſch vor; die 2. Figur alle innern Theile derſelben auf der Pfeilerplatte, die 3. Figur auf der andern Seite der nämlichen Platte, nebſt allen den Theilen, welche ſich unter dem Zifferplatte für die Bewegung der Zeiger befinden. Die Figuren 4 und 5 ſtellen die innern Seiten der Platten vor, welche das Gehäuſe ausmachen und innerhalb welchen das Laufwerk liegt; die 6. Figur das Zifferblatt nebſt den Zeigern. Die Figuren 7 bis 16, enthalten die innern Theile der Uhr einzeln. A Fig. 2 iſt das Federhaus, welches die Feder (Fig. 12.) enthält, und B das Schnekkenrad, welches mit dem Federhauſe vermittelſt der Kette Hr verbunden iſt.

Das Schnekkenrad B greift in das Trieb a, welches das große Bodenrad C trägt. Der verlängerte Zapfen dieſes Triebs geht durch die Platte, und trägt die Röhre c (Fig. 9) das Trieb k dieſer Röhre (Fig. 3 und 9) greift in das Wechſelrad E; dieſes hat einen Trieb D, welches das Stundenrad F bewegt (Fig. 10.) an die Röhre Fig. 9) wird der Minutenzeiger, und an die Röhre F des Stundenrads (Fig. 10.) der Stundenzeiger angeſchoben. Das große Bodenrad C (Fig. 2) greift in das Trieb b, welches das kleine Bodenrad D trägt; dieſes greift in das Trieb c, welches das Kronrad E (perſpektiviſch verzeichnet Fig. 1) trägt; dieſes Rad greift in das Trieb c des Steigerads (Fig. 7. 8) welches in den Löchern der unterhalb der Platte M M (Fig. 1) befeſtigten Kloben lauft: die untere Fläche dieſer Platte iſt Fig. 4 vorgeſtellt, und trägt das Steigerad R, deſſen Zapfen in den Löchern des großen Steigeradskloben P und des kleinen Steigeradskloben A laufen: die Welle dieſes Rades liegt mit der Platte parallel.

Die

*) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. T. I. p. 49.

Die Unruhe B bewegt ſich in einer Art von Gehäuſe vermittelſt des Klobens C C (Fig. 1) und des großen Steigeradskloben P auf der untern Fläche der Platte M M (Fig. 4.)

Der obere Zapfen a der Unruhe (Fig. 7) bewegt ſich in dem Loche o (Fig. 1) des Stegs po an dem Kloben C C, unter welchem die Unruhe ſich bewegt; der untere Zapfen b (Fig. 7) bewegt ſich in einem Loche bei o des Steigeradskloben P (Fig. 4) und einzeln Fig. 14. Der Theil q des Steigeradskloben P macht ein kleines Hemisphär, wovon das Zapfenloch der Mittelpunkt iſt; die Höhe dieſes Hemisphär wird von dem Stege op nur vermittelſt eines kleinen Zwiſchenraums getrennt, wodurch man das Oel in die Zapfen bringt, das ſich aus dem Loche nie verlieren kann, da es von der Oberfläche des Steges und der Höhe des Hemisphär zurükgehalten wird: dieſe Einrichtung iſt zu Erhaltung des Oels weſentlich nothwendig: der Steg op des Unruhkloben (Fig. 1) iſt auf eben dieſe Art eingerichtet.

Die Schraube V dient den Schieber L des Steigeradskloben zu bewegen, wo das Loch für den Zapfen des Steigerads iſt; dieſe Bewegung des Schiebers L dient zur Einrichtung der Hemmung, und den Abfall des Steigerads gleich zu machen. Der Theil op iſt ein ſtählernes Plättchen, welches ſich mit den großen Steigeradskloben für den Zapfen der Spindel 2 (Fig. 17) verbindet.

Der Theil A (Fig. 4) iſt der kleine Steigeradskloben für den untern Zapfen r des Steigerads R; das Ende des Zapfens lauft auf einem ſtählernen Plättchen, welches dieſer Kloben trägt, und woran es vermittelſt einer Schraube befeſtiget iſt.

Die Figuren 16 und 17 ſtellen die Unruhe mit der Spiralfeder a s vor: p iſt das Spiralfederklöbchen, welches das äußere Ende der Spiralfeder mit der Platte befeſtiget, R r (Fig 16) iſt das Rükkerrad, deſſen Arm a eingeſchnitten iſt, um die Spiralfeder aufzunehmen: dieſes Rükkerrad R r dient die Länge der Spiralfeder zu beſtimmen, und ſolchemnach die Uhr zu reguliren, je nachdem man den Einſchnitt a von dem Spiralfederklöbchen p, entfernt. Nähert man es dem Spiralfederklöbchen p, ſo kann die Spiralfeder unter einer größern Länge wirken *), ſie wird alſo langſamere Vibrationen machen, und die Uhr wird daher auch langſamer gehen. Das Gegentheil erfolgt, wenn man den Einſchnitt a von dem Spiralfederklöbchen entfernt, wo die Feder verkürzt wird, folglich mehr Geſchwindigkeit erlangt, und ſolchemnach verurſacht, daß die Uhr geſchwinder geht.

Das Rükkerrad R r wird an den Theil c c (Fig. 13) befeſtiget, welches man den Flügel nennt. Dieſer Flügel wird an die Platte vermittelſt 2 Schrauben befeſtiget, und

H 3 dient,

*) Die wirkliche Länge der Spiralfeder wird nur von a bis zum Punkt, wo das andre Ende der Spiralfeder befeſtiget iſt, gemeſſen, weil der Einſchnitt des Arms a verhindert, daß ſie nicht weiter wirken kann.

dient, das Rükkerrad zu halten, und deſſen Gang um den Mittelpunkt der Unruhe zu beſtimmen: das Rükkerrad wird unter dem Flügel durch einen Einſchnitt (Fig. 13) zurükgehalten. Man nennt alles zuſammen das Rükkerwerk und enthält den Rükker und den Flügel.

Der Ring oder Kreis BB der Unruhe trägt unterhalb einen Stift, welcher die Größe ihrer Vibrationen beſtimmt, indem er an die Enden c c des Flügels (Fig. 13) anſtößt.

Um das Rükkerrad Rr (Fig. 16) zu bewegen, trägt der vierekkige Anſaz, welcher den Zeiger t, den man den Rükkerzeiger nennt, das Rädchen S, das in das Rükkerrad eingreift; je nachdem man nun dieſen Zeiger dreht, ſo macht man, daß das Rükkerrad vor und rükwärts geht, mithin auch auf die Uhr einen geſchwindern oder langſamern Gang bewirkt. Der Weg dieſes Zeigers t wird auf dem Zifferblättchen R angedeutet, (Fig. 1) welches die Eintheilung für die Stellung des Zeigers enthält.

Fig. 15 enthält den Schnekken F und das Rad B: die Einrichtung ihrer Verbindung mit einander iſt folgende. Das Rad F F welches unterhalb dem Schnekken iſt, iſt wie ein Steigerad gezahnt, und verrichtet das nämliche wie die Vorrichtung beim Aufziehen der Pendeluhren.

Das Rad B liegt auf dem Sperrrade f f des Schnekkens vermittelſt der Rolle C, welche gedrang an die Welle des Schnekken geht, wodurch es nicht los gehen kann, ihm aber doch eine freie Bewegung, ſich zu drehen, verſtattet.

Wenn man Taſchenuhren aufzieht, ſo fühlt man einen Widerſtand, die Feder höher zu ſpannen: dies geſchieht folgendermaßen. Die Platte N N (Fig. 4) trägt den Arm b, welcher an dem Klöbchen B beweglich iſt. Dieſer Arm hat blos eine Bewegung von der Platte ab und zu: die Feder r dient, ihn ſtets von der Platte abzudrekken. Zieht man nun die Uhr auf, ſo legt ſich die Kette H, (Fig. 11) welche um das Federhaus A liegt, in die Gänge des Schnekken F, wo ſie von unten anfängt und ſo fort höher ſteigt; wirkt izt die Kette auf den Arm b, und drükt ihn näher gegen die Platte; fährt man weiter fort den Schnekken herumzudrehen, ſo ſtößt endlich die Schnauze G, die daran befeſtiget iſt, gegen das Ende b des Arms, wodurch die Hand angehalten wird, die Feder ſtärker zu ſpannen. Wird nunmehr die Feder ſich ihr ſelbſt wieder überlaſſen, ſo windet ſich die Kette wieder um das Federhaus, mittlerweile die Feder r den Arm b wieder zurükdrükt, und der Schnauze G die Freiheit verſchaft, zwiſchen ihm und der Platte durchzugehen. Man nennt dieſe Theile b Br den Verfall, welcher alſo verhindert, die Uhr aufs höchſte aufzuziehen.

Die Feder (Fig. 12) macht die bewegende Kraft einer Uhr: ſie liegt in dem Federhauſe A. Um ſie in dem Federhauſe anzuſpannen, bedient man ſich einer Welle, welche einen Haken hat, in welchen das Loch in der Feder ſchließt. Wenn man nun dieſe Welle herum

herum dreht, ſo werden die ſpiralförmigen Gänge derſelben einander näher kommen, ſo daß ſie im Federhauſe A einen kleinern Raum einnehmen wird. An dem einen Ende der Welle a, welches vierekkig iſt, iſt ein Rad R (Fig. 11) welches man das Stellrad nennt; es liegt an der andern Seite des Federhauſes. Die Zähne dieſes Rades greifen in eine Schraube ohne Ende V (Fig. 5) vermittelſt dieſes Rades R und der Schraube ohne Ende V bleibt die Welle des Federhauſes unbeweglich ſtehen, während daß das Federhaus ſich herumdreht, und die Feder aufgezogen wird, oder ſich nach dem Aufzuge wieder zurückdreht; indeß das eine Ende r der Feder ſich an die unbewegliche Welle a, das andre in dem Federhauſe A anſchließt, und ſolchemnach dieſes herumdreht, je nachdem ſich die Feder auf oder abwindet. Die Schraube ohne Ende V hat einen vierekkigen Anſaz, wodurch man die Welle des Federhauſes mehr oder weniger anſpannen, oder ganz zurüklaſſen kann.

IV.

Beſchreibung einer Repetitionstaſchenuhr mit Zilinderhemmung, nach der Bauart des Graham. *)

Die 1. Figur Taf. III. ſtellt das Laufwerk des Geh- und Repetirwerks **), ſo wie alle Theile innerhalb den Platten vor.

Die Feder des Laufwerks liegt im Federhauſe A, B iſt das Schnekkenrad, C das große mittlere Rad, deſſen verlängerte Welle die Röhre trägt, an welche der Minutenzeiger angeſtekt wird, D iſt das kleine mittlere Rad, E das Kronrad, F das Zilinder- oder Hemmungsrad. Der Schnekken I iſt mit dem großen Rade B auf die gewöhnliche Art verbunden, und die Kette wird darauf gewunden und vom Federhauſe gezogen: die Schnauze O macht, daß ſie nicht höher aufgewunden werden kann, wo ſie von dem Vorfalle c Fig. 2 auf der andern Platte angehalten wird.

Das Laufwerk des Repetirwerks beſteht aus 5 Rädern a, b, c, d, e, dem Triebe f und 4 andern Trieben. Die Wirkung dieſes Räderwerks iſt, den Zwiſchenraum zwiſchen den Schlägen des Hammers zu mäßigen. (Wenn man dem erſten Rade a 42 Zähne, dem zweiten b 36, dem dritten c 33, dem vierten d 30, dem fünften e 25 Zähne giebt, und alle Triebe ſechsſtäbig ſind, ſo wird, während daß das erſte Rad a einmal herum kommt, das Trieb f $4812\frac{1}{2}$ Umgänge gemacht haben: nun iſt das Heberad R, welches das erſte Rad a trägt, gewöhnlicher Weiſe in 24 Theile getheilt, wovon man die Hälfte ungetheilt läßt, die übrigen 12 Theile aber für die 12 Schläge der Stunden beſtimmt ſind. Theilt man nun 4812 durch 24, ſo erhält man die Anzahl der Umgänge, welche das fünfte Trieb

*) Eſſay ſur l'horlog. p. Berthoud. T. I. p. 54.

**) Ich unterſcheide hier die Räder des Gehwerks, welche zu Abmeſſung der Zeit dienen, und mit B, C, D, E, F verzeichnet ſind, von denjenigen, welche zur Repetition dienen, oder um den Zwiſchenraum zwiſchen den Hammerſchlägen abzutheilen, die ich mit a, b, c, d, e, f bezeichne, die man daher auch das kleine Räderwerk nennt.

Trieb bei jedem Schlage des Hammers macht, dies giebt 200½ Umgänge für das Trieb f für einen Zahn des Heberades R.

Das erſte Rad a des Laufwerks hat einen Sperrkegel und eine Feder, welche auf das kleine Sperrrad unter dem Hakenrade R wirkt, und welches die Sperrung bewirkt, d. i. wenn man den Drükker andrükt, ſo geht das Heberad R zurük, ohne daß das Rad a ſich drehet; und indem die Feder in dem Federhauſe B (Fig. 2) das Heberad R zurükführt, deſſen Welle g mit der Feder verbunden iſt, ſo drükt das Sperrrad gegen den Sperrkegel, macht, daß das Rad a ſich herumbewegt, und das Heberad R den Hammer M hebt, deſſen Arm m in die Zähne dieſes Heberads greift.

Die Feder r, welche an der Platte (Fig. 2) befeſtiget iſt, wirkt auf den Theil n des Arms m (Fig. 1): die Wirkung dieſer Feder iſt, den Arm m gegen die Zähne des Heberads anzudrukken, ſo daß wenn man die Uhr repetiren läßt, das Heberad R zurükgehe, und die Feder r den Arm m ſtets wieder zurükführe, damit die Zähne des Heberads auf den Hammer wirken können.

Die 3. Figur ſtellt das Vorlegewerk eines Repetirwerks vor: es iſt verzeichnet in dem Augenblikke, als man den Knopf gedrukt, um es repetiren zu laſſen *). P iſt der Bügel, welcher mit dem Drükker verbunden iſt, der durch die Röhre O des Gehäuſes geht nnd ſich darin gegen den Mittelpunkt der Uhr ſchieben läßt; er endigt ſich in einem ſtählernen unterwärts platt gefeilten Anſaz p; ein Plättchen an dem Gehäuſe verhindert, daß er ſich nicht wenden, ſondern, blos der Länge nach bewegen kann: der Abſaz daran iſt um ihn zurük zu halten, daß er nicht aus der Röhre des Gehäuſes falle.

Das Ende dieſes Theils p wirkt auf den Abſaz t des Flügels C C, deſſen Mittelpunkt der Bewegung in y iſt, und deſſen Ende c ſich mit dem einen Ende der Kette s s verbindet; das andre Ende derſelben iſt an dem Umkreiſe einer Rolle A befeſtiget, welche vierekkig an die verlängerte Welle des erſten Rades des Laufwerks angeſchoben iſt. Dieſe Kette geht über eine zwote Rolle B.

Wenn man daher den Drükker P drukt, ſo durchläuft das Ende c des Flügels einen gewiſſen Raum, wodurch denn die Kette s s die Rollen A, B herum bewegen wird; zu gleicher Zeit wird auch das Heberad R **) (Fig. 4) zurükgehen, bis daß der Arm b des Flügels auf die Staffel L aufſizt; indem nun die Feder des Repetirwerks das Heberad

*) Man kann den ganzen Mechanismus, ſo wie er hier verzeichnet iſt, ſehen, wenn man das Zifferblatt einer Repetiruhr aufhebt. Das hier gegebene Vorlegewerk einer Repetition iſt das gebräuchlichſte, und iſt auch in der That das dauerhafteſte und einfachſte.

**) Um die Wirkung und Einrichtung dieſer Repetition beſſer einzuſehen, darf man nur auf die Fig. 4 ſehen, wo man den Arm y c, die Staffel L für die Stunden, den Stern E, die Rollen A und B, das Heberad R, das Rad a, den Schöpper m n und den großen Hammer perſpektiviſch verzeichnet ſieht; dieſes ſind die Haupttheile der Repetition, und ſo verzeichnet, wie ſie eben in Bewegung ſich befinden.

rad und die damit verbundenen Theile zurükführt, ſo wird der Arm m in die Zähne dieſes Heberads einfallen, und der Hammer M wird die Stunden ſchlagen, deren Anzahl von dem Grade der Staffel abhängt, auf welchen der Arm b aufzuſizzen kommt.

Die Staffel L iſt mit dem Sterne E vermittelſt zwo Schrauben befeſtiget: ſie drehen ſich beide um die Schraube V, welche an dem Vollzieher TR iſt, der ſich um den Mittelpunkt T bewegt; der Vollzieher macht mit der Platte eine Art Gehäuſe, worin der Stern und die Stundenſtaffel ſich bewegen. Die Repetition der Viertelſtunden geſchieht auf folgende Art.

Außer dem Stundenhammer M iſt auch noch ein andrer N (Fig. 1) deſſen Welle oder Zapfen in das Weiſerwerk geht und den Theil 5, 6 (Fig. 3) trägt; der verlängerte Zapfen des großen Hammers geht auch in das Weiſerwerk, und trägt den kleinen Arm q: dieſe Theile 5, 6 und q dienen die Viertelſtunden doppelt anzuſchlagen. Dies iſt die Wirkung des Theils der Viertel Q, welcher bei F und G Zähne hat, die auf die Theile q und 6 wirken und den Hammer ſchlagen laſſen: dieſer Theil Q wird von dem Arme k bewegt, welcher an der Welle des Heberads R über der Rolle A ſich befindet, ſo daß, wenn die Stunden repetirt ſind, der Arm k auf den Stift G wirkt, welcher an dieſem Theile der Viertelſtunden befeſtiget iſt, und ihn nöthiget, ſich herum zu bewegen, die Arme q und 6 und ſolchemnach auch die Hämmer zu heben.

Die Anzahl der Viertelſtunden, welche die Hämmer ſchlagen ſollen, wird von der Viertelſtaffel N beſtimmt, je nachdem die Vertiefungen h, 1, 2 oder 3 vorſtehen: der Theil der Viertelſtunden Q, welcher von der Feder D geſpannt worden, geht zurük, und die Zähne fallen in die Arme q, 6 mehr oder weniger ein, welche gleichfalls eine zurükgehende Bewegung haben, und vermöge der Federn 10 und 9 zurükgeführt werden. Indem der Arm k den Theil der Viertelſtunden zurükführt, ſo wirkt der Arm m, welchen dieſer Theil trägt, auf das Ende R des Vollziehers TR, deſſen Oefnung x, wodurch ein auf der Platte befeſtigter Stift geht, zuläßt, daß R einen kleinen Raum durchlaufe: wenn der Arm m an das Ende von R gekommen, ſo kommt dieſer vermittelſt des Druks der Feder i x wieder in ſeinen erſten Stand, ſo daß der Arm m auf dem Ende R ruht, und der Theil der Viertelſtunden nicht zurückgehen kann, ohne daß man den Vollzieher entferne. Der Arm u an dem Theile der Viertelſtunden dient, den Hammerzug m (Fig. 4), deſſen Theil 1 in das Vorlegewerk geht, zurükzuſtoßen, ſolchergeſtalt, daß wenn Stunden und Viertelſtunden repetirt werden, der Theil der Viertelſtunden noch fortfährt ſich zu bewegen, und der Arm u ſtößt den Hammerzug m vermittelſt des Stifts 1 zurük, welcher in das Vorlegewerk geht, und entfernt ihn von dem Heberade R während dem der Vollzieher TR den Theil der Viertelſtunden nicht zurükgehen läßt, welches nur in dem Falle geſchieht, wo, nachdem man auf den Drücker gedrükt, der Arm b des Flügels die Staffel drükt, und das Ende R des Vollziehers etwas ausweicht, wo denn der Theil der Viertelſtunden herabfällt

 und

und die Hammerzüge frei macht, und ſo die Hämmer der Stunden und Viertelſtunden, je nachdem die Staffeln L und N angeben, ſchlagen.

Der große Hammer hat einen Stift 3, welcher durch die Oefnung 3 in das Vorlegewerk geht: die Feder r wirkt auf dieſen Stift, und macht, daß der große Hammer ſchlägt; dieſer Hammer hat einen andern Stift 2, welcher gleichfalls durch die Oefnung 2 in das Vorlegewerk geht; auf dieſen wirkt denn der kleine Abſaz des Hammerzugs q für das Schlagen der Viertelſtunden: der kleine Hammer hat auch einen Stift, welcher durch die Oefnung 4 in das Vorlegewerk geht; auf dieſen Stift drükt die Feder 7 für das Schlagen der Viertelſtunden: die Feder S iſt der Einfall in den Stern E.

Die 5. Figur ſtellt die Minutenröhre und die Staffel N (Fig. 3) perſpektiviſch verzeichnet vor. Die Viertelſtaffel N wird an das Ende c der Minutenröhre genietet, deren andres Ende D den Minutenzeiger trägt; dieſe Staffel N hat den Vorfall S, damit wenn der Stift O des Vorfalls den Stern vorſchiebt, und der Einfall S (Fig. 3) ihn bewegt hat, einer der Zähne des Sterns gegen den Stift O am Vorfalle ſtoße, und den Theil Z (Fig. 3) dieſes Vorfalls vorſpringen laſſe, ſolchergeſtalt, daß der Arm A des Theils der Viertelſtunden über dieſen Theil Z komme, und der Theil der Viertelſtunden verhindere, auf den Abſaz 3 der Staffel zu fallen, wo ſodann nur allein die Stunde repetirt wird. Dieſe Veränderung von einer Stunde zur andern geſchieht durch dieſes Mittel in einem Augenblik, ſo, daß die Stunden genau nach den von den Zeigern bemerkten Stunden repetirt werden.

Die Röhre c D (Fig. 5) iſt geſpalten, ſo, daß ſie auf die Welle des großen mittlern Rades als eine Feder wirke, woran ſie gedrang angeſtekt iſt, und doch ſich auf ein oder die andre Seite bewegen laſſe, um die Weiſer gehörig in die Stunde zu ſtellen.

In Abſicht derjenigen merke ich hier an, welche glauben, daß man einer Uhr Schaden zufüge, wenn man den Minutenzeiger zurükſtelle; daß dieſes keineswegs der Fall ſey, darf man nur auf die Stellung ſehen, welche die Theile eines Repetirwerks haben müſſen, wenn es die Stunde repetirt hat, und die bewegende Kraft alle Theile, welche mit den Staffeln L, N in Verbindung ſtehen, wieder zurükgebracht hat: denn izt iſt keine Verbindung mehr zwiſchen dem Theile des Gehwerks und des Vorlegewerks, als blos diejenige des Stifts O der Staffel oder des Ueberfalls mit den Zähnen des Sterns E, welche nichts verhindert zurükzugehen. Wenn man alſo den Zeiger um einen Umgang zurükſchiebt, ſo wird auch der Stift O einen Zahn des Sterns zurükſtoßen, und läßt man nunmehr die Uhr repetiren, ſo wird ſie genau die Stunde ſchlagen, welche die Zeiger angeben. Wollte man aber die Zeiger während der Zeit drehn, als ſie repetirt, ſo würden freilich die Zeiger ein Hinderniß haben, keineswegs aber da, wenn ſie repetirt hat, und alle Theile in ihrer gehörigen Lage ſind, ſo wie dies gleichfalls bei einer einfachen Taſchenuhr der Fall iſt, wo noch weniger Hinderniß ſtatt findet. Was den Stundenzeiger einer Repetiruhr betrift, ſo darf man dieſen ohne den Minutenzeiger nicht drehen, als nur in dem Falle, wenn die Repetition

petition nicht die von dem Stundenweiſer angegebene Stunde wiederholte. Iſt das der Fall, ſo iſt es eine Anzeige, daß der Einfall S oder der Stift O der Staffel nicht ihre gehörige Wirkung thun.

Das Wechſelrad (Fig. 6) bewegt ſich um den Stift 12 (Fig. 3): dieſes Rad greift in das Trieb der Röhre N, welches 12 Stäbe hat, das Rad ſelbſt hat 36 Zähne: die Röhre macht alſo 3 Umgänge, während einem des Rades: dieſes trägt ein Trieb von 10 Stäben, welches in das Stundenrad (Fig. 7) von 40 Zähnen greift; das Rad Fig. 6 macht alſo 4 Umgänge, während einem Umgange des Stundenrades, und folglich die Minutenröhre 12 Umgänge während einem des Stundenrads: nun macht die Minutenröhre innerhalb einer Stunde einen Umgang, mithin hat das Stundenrad 12 Stunden zu einem Umgang nöthig: die Röhre dieſes Rades trägt den Stundenzeiger. Der Hammerzug m n kann einen kleinen Bogen beſchreiben, welcher dem Heberade R erlaubt zurükzugehn, und ſobald als die bewegende Kraft es zurükführt, ſo nimmt der Arm 1 des Hammerzugs den Hammer M mit fort.

Die 8. Figur ſtellt die untere Fläche des Vollziehers mit den 2 Stiften vor, einer u, woran er ſich bewegt, und der andre x, an welchem der Stern und die Staffel (Fig. 9) ſich bewegt. Die Oefnung e iſt für den Zapfen des Schnekkens, um die Uhr aufzuziehen, W (Fig. 3) iſt die Feder des Zifferblatts, Y iſt ein kleiner Steg, welcher den Flügel zurükhält, daß er ſich nicht von der Platte entferne.

Da alle dieſe Theile unter dem Zifferblatte liegen, ſo ſieht man, daß zu deren vollkommner Bewegung ein gehöriger Raum gelaſſen werde, welcher denn von einer Art Ring umgeben wird. Dieſer Ring wird vermittelſt der Schlüſſel 13 und 14 befeſtiget, und von dem Zifferblatte oberwärts bedekt.

Das Repetirwerk dient, um die jedesmalige Stunde ſchlagen zu laſſen, wenn man auf den Drükker drukt; die Maſchine muß daher ſo eingerichtet ſeyn, daß ſie ſich leicht drükken läßt, und daß die Hammerſchläge ſo ſtark als möglich ſeyn. Das erſte hängt von zweierlei ab, (wenn die Stärke der Feder gegeben iſt) von der Länge des Drükkers, d. i. von dem durchlaufenen Raume, und je nachdem der Drükker auf den Flügel wirkt: weswegen der Flügel ſo geſtellt ſeyn muß, daß der Bewegungspunkt des Drükkers dem von dem Flügel beſchriebenen Bogen folge; auf dieſe Art wird die Stärke nicht zerſezt werden, und die Wirkung der Hand auf den Drükker wird ganz auf den Flügel gehen.

Die Länge des Drükkers hängt von dem Punkte ab, wo er auf die Flügel wirkt, d. i. je nachdem er näher oder entfernter von dem Mittelpunkte der Bewegung wirkt. Je näher dies dem Mittelpunkte geſchieht, je mehr Kraft gehört dazu, aber der durchlaufene Raum wird geringe ſeyn. Die Stärke des Schlags richtet ſich nach der Kraft der Feder, womit das Laufwerk getrieben wird, und iſt der Ueberſchuß derſelben auf den Widerſtand des Laufwerks, welcher den Hammer hebt.

V.

Beſchreibung einer Taſchenuhr mit Wekkerwerke. *)

B (Taf. V Fig. 2) iſt das Federhaus des Gehwerks der Taſchenuhr, A das Schnekkenrad, F der Schnekken, S die Kette, O die Schnekkenſchnauze, C das große mittlere Rad, D das kleinere mittlere Rad, E das Kronrad, R das Steigerad (Fig. 4) die Räder C und R (Fig. 3) gehören zum Vorlegewerke. Dies ſind die Theile des Gehwerks der Uhr, die ich nicht weiter beſchreiben will.

Das Rad G (Fig. 2) iſt das erſte Rad des Wekkerwerks: es wird von der Welle m getragen, woran das Sperrrad N befeſtiget iſt, welches die Sperrung für das Rad G macht.

Die Platte (Fig. 4) liegt auf der Pfeilerplatte (Fig. 2); zwiſchen dieſen bewegen ſich dann die Räder der 2ten Figur: durch dieſe Platte (Fig. 4) geht die Welle m durch das Loch des Federhauſes B, ſo daß deſſen Haken N in dem Loche innerhalb der Feder für das Wekkerwerk in dieſem Federhauſe liegt. Wenn man daher dieſe Welle aufzieht, ſo ſpannt dieſer Haken die Feder an, deren äußeres Ende an den äußern Rand des Federhauſes eingehangen iſt, und wenn ſodann die Feder den Haken oder die Welle N und das Sperrrad m zurükführt, ſo wirkt dies auf den Sperrkegel an dem Rade G, und nöthiget es ſich zu bewegen, ſo wie dies ferner auf das Rad n wirkt, welches das Trieb g bewegt, und ſofort dieſes dem Triebe f die Bewegung mittheilt: an dieſem Triebe iſt das Hakenrad R an der andern Seite der Platte (Fig. 3) angeſtekt, eben ſo liegt auch an dieſer Seite das Rad n: die Zapfen dieſer beiden Räder bewegen ſich innerhalb dem Kloben H.

Die Zähne des Hakenrads R (Fig. 3) wirken wechſelsweiſe auf die Hebel a, b, welche in wechſelſeitige Bewegung vermittelſt der Zähne, die dieſe Hebel a, b haben, geſezt werden. Der Hebel a iſt an dem verlängerten Zapfen p des Hammers des Wekkerwerks M (Fig. 5) feſt angeſtekt; dieſer Hammer iſt beweglich, ruht auf I (Fig. 2) und geht unter dem Federhauſe B der Uhr durch; der andre Hebel b bewegt ſich um einen Stift an der Platte (Fig. 3): wenn dieſe beiden Hebel a und b vermittelſt des Hakenrads R in Bewegung geſezt werden, ſo ſieht man, daß der Hammer M (Fig. 2) ſich wechſelsweiſe von einer Seite auf die andre wenden wird, und daß, wenn man bei M und M einen tönbaren Körper ſezt z. B. eine Glocke, dieſer Hammer mit einer dem von dem Hammer durchlaufnen Raum verhältnißmäßigen Stärke anſchlagen wird: das Geräuſch alſo, welches ein Wekker machen ſoll, hängt mithin davon und von der Art ab, womit die Kraft der Feder auf das Räderwerk wirkt u. ſ. w.

Der Theil A (Fig. 3) iſt viereckig an den verlängerten Zapfen der Welle m (Fig. 2) angeſchoben; dieſer viereckige Zapfen geht durch das Zifferblatt und dient das Weckerwerk auf-

*) Berthoud Eſſ. ſur l'horl. T. II. p. 62.

aufzuziehen; ein Zahn an dieſem Theile dient die Umgänge des Aufzugs der Feder zu reguliren. Das kleine Rad F hat 3 Zähne, welche nur um die eine Hälfte des Umkreiſes ſich befinden, ſo, daß wenn man den Zahn des Theils A bewegt, dieſer innerhalb die Zähne des Rads F greift, bis daß er endlich auf den uneingetheilten Theil deſſelben aufſezt, und der Theil A nicht weiter bewegt werden kann, wo denn die Feder aufgezogen iſt; ſo wie ſich aber die Feder aufwindet, ſo kommt endlich der Zahn wieder auf der entgegengeſezten Seite aufzuſizzen.

Das Rad F bewegt ſich in einem Stifte an der Platte: die Feder oder der Theil G drükt gegen das Rad F ſo, daß dadurch eine Anreibung geſchieht, wenn der Zahn von dem Theile A darauf wirkt. Wir wollen nunmehr ſehen, wie das Räderwerk und die bewegende Kraft zurükgehalten werde, wenn die Feder aufgezogen iſt, und auf welche Art das Weckerwerk bei irgend einer gegebenen Stunde frei gemacht wird.

Der Hebel b (Fig. 3) trägt einen Winkel 1, 2 in welchen der Winkel d einfällt, welcher in der Aushebe d f 4 ſich befindet, und bei f beweglich iſt; der Arm f 4 ruht auf einer Scheibe p, welche an einer Röhre befeſtiget iſt, die gedrang an diejenige des Stundenrads C geſchoben iſt: dieſe Scheibe p macht alſo in 12 Stunden einen Umgang.

Während der ganzen Zeit als der Arm f 4 auf dem Rade dieſer Scheibe p aufruht, werden die Hebel a und b von dem Winkel d dieſer Aushebe gehalten, und können ſich weder bewegen, noch der Hammer ſchlagen. Die Scheibe p hat einen Einſchnitt o der, wenn er gegen das Ende 4 der Aushebe d f 4 gekommen, izt den Arm f 4 herunter fallen läßt, wo er durch die Feder q gedrukt wird, ſo daß ſie vermöge der geneigten Fläche des Winkels 1, 2 in den Einſchnitt fällt, ſo wie er ſich darbietet; izt entfernt ſich der Arm d von dem Winkel 1, 2 des Hebels, wodurch dieſer ſich nunmehr vermittelſt des Hakenrades R von einer Seite gegen die andre bewegt, und ſolchemnach macht, daß der Hammer auf die Glocke ſchlägt.

Das Zifferblatt A (Fig. 1) iſt in 12 Theile getheilt und iſt an die Röhre der Scheibe p (Fig. 3) viereckig angeſtekt, welche ſich, wie ich ſchon erinnert, mit dem Stundenrade herumbewegt.

Der Einſchnitt o der Scheibe p kommt gegen den Arm 4 f, in dem Augenblicke als die 12 Stunden des kleinen Zifferblatts ſich mit den 6 Stunden des großen in einer Linie befinden; alſo jedesmal als das Zifferblatt A einen Umgang macht, und das Weckerwerk aufgezogen iſt, wird dieſes frei gemacht, wenn die Ziffer 12 ſich mit 6 Stunden in einer Linie befindet. Wenn man nun in dieſer Lage die kleine Spizze des Stundenzeigers (welche dem großen Zeiger gerade gegen über ſteht) auf die Ziffer 12 des Zifferblatts A ſtellt, ſo wird der Stundenzeiger auf dem großen Zifferblatte Mittag anzeigen, während daß die 12 Stunde des kleinen Zeigers gegen diejenige des großen gerade entgegen ſtehen

werde: das Weckerwerk wird alſo um Mittag frei werden, weil zu dieſer Zeit der Einſchnitt o ſich dem Arme 4 f nähert.

Der Wecker geht alſo, wie man ſieht, jedesmal als die Ziffer 12 ſich in der Linie der 6 Stunde des großen Zifferblatts befindet: und die Stunde, um welche der Hammer ſchlagen ſoll, hängt von dem Zwiſchenraume ab, welcher ſich zwiſchen der Ziffer 12 des Zifferblatts A und dem Puncte E des Zeigers befindet: denn man hat geſehen, daß wenn man die Spizze E des Zeigers auf die Ziffer 12 ſezt, der Wecker frei wird, wenn der Stundenzeiger auf 12 Uhr zeigt: ſezt man daher die Spizze E des Zeigers auf die Ziffer 1 des Zifferblatts A, ſo wird dies um 1 geſchehen u. ſ. w. Man muß alſo, um zu irgend einer Stunde gewekt zu ſeyn, dieſe Ziffer unter die Spizze E des Zeigers ſtellen, wo denn genau das Weckerwerk frei ſeyn wird.

Auf ähnliche Art ſieht man gleichfalls, daß wenn man die Spizze E des Zeigers auf die Ziffer 3 ſezt, und der Stundenzeiger auf Mittag zeigt, das Zifferblatt A noch eine Bewegung von drei Stunden nöthig haben werde, um den Wecker auszuheben u. ſ. f.

Bei ſolchen Weckeruhren mit der Scheibe braucht man daher blos die Ziffer zur Stunde, zu welcher man gewekt werden will, unter die Spizze E des Zeigers zu ſtellen, wo denn, wenn der große Zeiger auf dieſe Stunde gekommen iſt, der Wecker ausgehoben werden wird.

Der Arm x des Hebels b (Fig. 3) dient zu verhindern, daß der Hammer M ſich der Glocke zu weit nähere. Die Gabel P, welche federartig wirkt, führt den Hammer zurük, ſo wie er an die Glocke anſchlägt. Die Feder h iſt für das Zifferblatt. s iſt ein Sperrkegel, welcher gegen das Sperrrad D ſtatt einer Schraube ohne Ende dient, um die Feder des Gehwerks der Uhr anzuſpannen. Die Feder 3 drückt den Sperrkegel gegen das Sperrrad D an.

VI.

Beſchreibung einer Aequations-Pendeluhr mit beweglichem Zifferblatte von Herrn Berthoud. *)

Wenn man den mittlern Theil eines Zifferblatts A. B. Taf. IV. Fig. 1 einer gewöhnlichen Pendeluhr, mit einem Zifferblatte E E, das in 60 gleiche Theile, wie die Minuten des großen Zifferblatts, getheilt worden, ausfüllt, und dieſes konzentriſche Zifferblatt beweglich macht, während daß das große Zifferblatt unbeweglich bleibt, und man ferner auf den Zeiger der mittlern Zeit noch einen andern Zeiger, jenem gerade entgegengeſezt, c befeſtiget, welcher genau die Länge hat, daß er bis an die Eintheilungen des beweglichen Zifferblatts reicht: ſo ſieht man, daß je nachdem man das bewegliche Zifferrblatt

*) Berthoud Eſſ. ſur l'horl. T. II. p. 72.

blatt vor oder rükwärts bewegen läßt, der kleine Zeiger, deſſen Bewegung gleichförmig geſchieht, daran die wahre oder ſcheinbare Zeit auf eine ſehr einfache Art wird bemerken können, weil es unter dieſen Umſtänden blos erforderlich iſt, den Weg des beweglichen Zifferblatts nach den Aequationstafeln der Zeit zu reguliren.

Dies iſt der Entwurf einer Aequations-Pendel- und Taſchenuhr, den ich der Königl. Akademie der Wiſſenſchaften im Jahr 1754 vorlegte, und welche beide ich hier beſchreiben will.

Die 1. Figur Tab. IV. ſtellt die vordere Fläche oder das Zifferblatt dieſer Pendeluhr vor. AB iſt das Zifferblatt für die Stunden und Minuten, und iſt an die Zifferblattſcheibe CD mit 4 Schrauben befeſtiget; die 4 Säulen dienen daſſelbe mit der Uhrplatte auf die gewöhnliche Art zu verbinden, EE iſt das bewegliche Zifferblatt für die Minuten der wahren Zeit, und iſt mit dem großen Zifferblatte konzentriſch: Fig. 3 ſtellt dieſes bewegliche Zifferblatt im Profil vor, nebſt der Röhre, an welche es befeſtiget iſt, und welche genau in das Loch an der Zifferblattſcheibe geht, worin ſie ſich frei bewegen kann. Das untre Ende dieſer Röhre liegt an dem Kloben E (Fig. 2) welcher auf der andern Seite der Zifferblattſcheibe befeſtiget iſt; dieſe Röhre bewegt ſich alſo auf dieſe Art in dem Loche der Zifferblattſcheibe und des Klobens gleich als in einer Art von Gehäuſe. An dieſe Röhre wird das Trieb F (Fig. 3 im Profil gezeichnet) gedrang angeſchoben, und vermittelſt eines Stifts, welcher durch die ganze Dicke des Triebs und der Röhre gedrang geht, befeſtiget. Dieſes an die Röhre des beweglichen Zifferblatts befeſtigte Trieb verhindert alſo, daß es nicht ausweichen kann, indem es ihm blos die Freiheit geſtattet, ſich um ſich ſelbſt zu bewegen. Der Rechen GI, welcher in das Trieb F greift, hat einen Arm H, an deſſen Ende ein Stift iſt, welcher auf der Krümmung oder Ellipſe KK ruht, die an das Rad L, welches in 365 Tagen einen Umgang macht, befeſtiget iſt.

Die Anwendung dieſer Krümmung iſt, die Veränderung des beweglichen Zifferblatts zu erhalten, indem ſich daſſelbe um ſich herum bewegt, je nachdem die Ellipſe den Arm H nöthiget, ſich dem Mittelpunkte des Jahrrads zu nähern oder davon zu entfernen, der Arm H ſezt nämlich den Rechen G, und dieſer das Trieb F und das bewegliche Zifferblatt in Bewegung. Man entwirft die Ellipſe ſo, daß das Zifferblatt etwas mehr als eine halbe Revolution machen kann, welches der ganzen Abweichung der wahren und mittlern Zeit und 30 Minuten 50 Sekunden entſpricht: die Art dieſer Verzeichnung werde ich im folgenden anführen.

Damit der Arm H immer auf der Ellipſe aufruhe, und zu gleicher Zeit um den Spielraum zu verringern, habe ich an das Trieb F eine Vertiefung wie eine Rolle eingedreht, wie man Fig. 4 ſieht, und um welche die Schnur N (Fig. 2) geſchlagen wird, deren ein Ende an die Rolle, das andre an die Feder MN befeſtiget iſt: vermöge der

Spann=

Spannkraft dieſer Feder wird denn der Arm H ſtets auf der Ellipſe aufliegen. Der Rechen G iſt bei A an einer an der Uhrplatte befeſtigten Welle beweglich.

Die 5. Figur ſtellt den Grundriß des Laufwerks vor. A iſt das große Rad mit der Trommel oder Walze, um welche die Schnur geſchlagen wird, welche das Gewicht für den Gang der Pendeluhr trägt, und iſt Fig. 6 perſpektiviſch vorgeſtellt.

Die 7. Figur zeigt das Rad A im Grundriß nebſt der Feder zur Sperrung für das Sperrrad G der Walze. Zu dieſem Entzwecke liegt die Welle der Walze in dem am Mittelpunkte des Rades befindlichen Loche, der Umkreis der Welle liegt genau in der Vertiefung des Rades. Vermöge der Sperrung können ſich das Rad und die Walze jedes beſonders bewegen, wenn das Gewicht aufgezogen wird. Fig. 8 iſt der Vorſchieber, um Rad und Walze mit einander zu verbinden.

Das Rad A (Fig. 5) macht innerhalb drei Tagen einen Umgang, welches man aus der Anzahl der Zähne leicht ſehen kann; das lezte Rad E iſt das Steigerad, und macht innerhalb einer Minute einen Umgang. Die Sekunden ſind auf die gewöhnliche Art mit dem Zifferblatte konzentriſch.

An das Rad A iſt ein kleines Rad a befeſtiget, welches 24 Zähne hat, und in das Rad F von 96 Zähnen greift, welches alſo innerhalb 12 Tagen einen Umgang vollendet.

Die Welle dieſes Rades F trägt ein Trieb von 12 Stäben, welches in das Jahrrad L Fig. 2 greift, und 365 Zähne hat, da nun das Trieb von 12 Stäben innerhalb 12 Tagen einen Umgang macht, ſo entſpricht alſo jeder Zahn einem Tage: das Rad L vollendet daher ſeinen Umgang innerhalb einem Jahre.

Das Jahrrad L Fig. 1 iſt, wie man ſieht, ſo graduirt, daß es die Monate des Jahrs und die Monatstage zeigt, welche an einer Oefnung in der Zifferblattſcheibe zum Vorſchein kommen, und vermittelſt eines Zeigers angezeigt werden.

In dem Jahrrade ſind 12 Löcher durchgebrochen, deren eines alle Monate vor die Oefnung an der Zifferblattſcheibe kommt, um den Schlüſſel für das Aufziehen des Laufwerks durchzuſtecken. Die Welle eben dieſes Jahrrads hat zwei Zapfen, deren einer in der Zifferblatſcheibe wie bei H Fig. 1 liegt, und der andre in einer Platte vor dem Gehwerke, daß dadurch eine Art von Gehäuſe entſteht, in dem das Jahrrad liegt. Der Zeiger a Fig. 1 iſt für die Stunden, die er auf die gewöhnliche Art auf dem großen Zifferblatte anzeigt.

Das Ende b des Zeigers c b iſt für die Minuten der mittlern Zeit am großen Zifferblatte; das gegenüberſtehende Ende c iſt der Zeiger der wahren Zeit an dem beweglichen Zifferblatte. Man ſieht alſo vermöge dieſer Stellung des Zifferblatts und der Zeiger, daß es eben 2 Uhr 22 Minuten $\frac{1}{2}$ mittlerer Zeit iſt, wenn es nach der Sonne 2 Uhr

30 Mi=

30 Minuten iſt: die Sonne geht alſo um 7 Minuten $\frac{1}{2}$ früher, welches mit dem 22 September, welchen das Jahrrad angiebt, übereintrifft: der Zeiger gf iſt für die Sekunden.

Um die Pendeluhr leicht auf den Tag des Monats und in die Aequation zu ſtellen, wenn ihr Gang aufgehalten worden, ſo habe ich den Zapfen des Triebs a, welches das Jahrrad außerhalb der Uhrplatte treibt, viereckig angeſezt, um ihm mit einem Schlüſſel eine Bewegung zu geben, wie man bei d Fig. 1 ſehen kann. Nothwendig muß dieſes Trieb ſich an dem Rade F (Fig. 5) beſonders bewegen, welches nach dem, wie ich es (Fig. 9) vorgeſtellt habe, ſehr leicht angeht, wo a b das Trieb im Profil und F das Rad vorſtellt. Das Rad ſtüzt ſich gegen den Anſchlag b des Triebs, und wird auf der andern Seite vermöge der Spannfeder c angehalten, welche Rad und Trieb genau mit einander verbindet, ſo daß nur vermittelſt der Hand jedes eine beſondere Bewegung erhalten kann.

Dieſe Aequation, welche ich izt beſchrieben, iſt ohnſtreitig die beſte unter denen, welche man bis gegenwärtig erfunden hat: auch habe ich mich ſehr bemühet, ſie für Pendel- und Taſchenuhren gleichmäßig anwendbar zu machen.

In Rückſicht der Erfindung dieſer Art von Aequation bemerke ich nur noch, daß, ob ich ſchon zu der Zeit, als ich die erſte Pendeluhr dieſer Art machte, kein Verfahren kannte, was dieſem ähnlich wäre, noch daß davon in irgend einem Werke über die Uhrmacherkunſt Meldung geſchehen, ich doch nach der Zeit fand, daß ich eigentlich nicht der erſte geweſen, welcher auf dieſen Gedanken gekommen, indem Herr le Bon im Jahre 1717 eines angekündiget, wovon P. Alexander einen Auszug in ſeinem Werke aufgenommen; allein die Bauart dieſer Uhr, von der ich bis gegenwärtig noch keine beſondere und umſtändlichere Beſchreibung habe erhalten können, muß ſehr zuſammengeſezt geweſen ſeyn, weil ſie auf Stunden, Minuten und Sekunden dieſe Veränderung bewirkte, welches denn nothwendig drei bewegliche und einen unbeweglichen Zeiger nöthig macht, u. ſ. f.

Kann ich mich alſo auch nicht eigentlich als den erſten Erfinder ausgeben, ſo habe ich doch wenigſtens die Einrichtung dieſer Maſchine ungleich einfacher gemacht, und ſolchemnach aufs neue Gelegenheit darzu geben.

VII.

Beſchreibung einer Taſchenuhr mit Aequation, und konzentriſchen Sekunden, welche die Monate und Monatstage zeigt von Herrn Berthoud. *)

Die 10. Fig. Taf. IV. zeigt das Zifferblatt dieſer Taſchenuhr; der Sekundenzeiger wird wie bei Pendeluhren über die andern Zeiger angeſteckt. Der Minutenzeiger hat ſeine beiden

*) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. T. II. p. 77.

beiden Enden einander entgegengeſezt, wo der långere für die Minuten der mittlern Zeit auf dem großen Zifferblatte, der kürzere hingegen für die Minuten der wahren Zeit auf dem beweglichen Zifferblatte A beſtimmt iſt. Die Oefnung C an dem großen Zifferblatte iſt für die auf dem Jahrrade geſtochenen Monate und Monatstage, um die Uhr in die Aequation zu ſtellen, wenn ihr Gang angehalten worden. Zu dieſer Abſicht hat der Stern E einen Zahn etwas außerhalb der Zifferblattſcheibe vorſtehen, um ihn und ſolchemnach das Jahrrad bewegen zu können. Dieſe Uhr wird unterhalb aufgezogen, wodurch ich denn am Boden des Gehåuſes den Zirkel für den Monatstag anbringen kann, wie Thiout (Traité d'horl. T. II, p. 387) angiebt.

Die 12 Figur ſtellt den Mechanismus unter der Zifferblattſcheibe vor, wo an deren vordern Flåche die Zifferblåtter Fig. 10 liegen: auf dieſer Platte ſind alle die Theile angebracht, welche zur Aequation beſtimmt ſind, oder welche die Verånderungen der Sonne bemerken. A iſt das Jahrrad von 146 Zåhnen, welche die Geſtalt derjenigen eines Steigerads haben, und liegt unmittelbar unter dem Zifferblatte. Es bewegt ſich an einer Rőhre an der Zifferblattſcheibe; das Jahrrad ſelbſt liegt an der Uhrplatte an; die Ellipſe B iſt an das Jahrrad befeſtiget, und bewegt den Rechen HF, welcher in das Trieb C greift; dieſes wird von einer Rőhre getragen, welche innerhalb derjenigen der Zifferblattſcheibe geht. Um die Rőhre, wo das Trieb C befeſtiget iſt, liegt auswårts das Zifferblatt A der wahren Zeit. Man ſieht alſo, daß, wenn man das Jahrrad bewegt, auch dieſes Zifferblatt ſich nothwendig bald vor- bald rükwårts bewegen műſſe, je nachdem die verſchiedenen Durchmeſſer der elliptiſchen Scheibe dazu Veranlaſſung geben, welche den Verånderungen der Sonne entſprechen. Zu Bewegung des Jahrrads habe ich mich folgender Vorrichtung bedient.

Der Vorfall der Taſchenuhr iſt an einer Welle befeſtiget, deren Zapfen ſich zwiſchen den beiden Uhrblåttern bewegen, und welcher hier einen kleinen Zirkelbogen beſchreiben kann; einer dieſer Zapfen iſt vierekkig angeſezt, woran denn in dem Vorlegewerke der Hebel AC (Fig. 11) mit einem Schwalbenſchwanze geſtekt wird. Man ſieht dieſen Vorfall Fig. 13 perſpektiviſch nebſt dem Sterne und der Schneckenſchnauze.

Wenn man die Uhr aufzieht, ſo wird der Vorfall ABC, (Fig. 13) der an der Welle befeſtiget zwiſchen beiden Platten liegt, durch die Kette aufgehoben, bis er die Hőhe der Schneckenſchnauze D erreicht hat; die Schneckenſchnauze giebt ihm eine kleine Kreisbewegung, welche ſie dem Schwalbenſchwanze C (Fig. 11) mittheilt, deſſen åußeres Ende in den Stern E von 5 Zåhnen greift, und ſolchemnach einen dieſer Zåhne ſo oft fortſtőßt, als die Schneckenſchnauze den Vorfall drűkt.

In dem Stern E liegt der Einfall D, welcher ihn den fűnften Theil eines Umgangs machen låßt, und verhindert, daß er nicht zurűkgehen kann, wenn der Schwalbenſchwanz ihn aushebt; die Welle dieſes Sterns hat zwo gegen einander űberſtehende Lappen, (Fig. 13) welche

welche zur Bewegung des Jahrrads beſtimmt ſind, ſo daß zween Zähne dieſes Rades nothwendig auf 5 Tage kommen, welches ihm denn in 365 Tagen einen Umgang geſtattet.

Auf der Zifferblattſcheibe (Fig. 12) iſt eine Feder K L, welche den Einfall zu Führung des Jahrrads macht, ſo daß die Lappen am Sterne daſſelbe nicht mehr als um zween Zähne während einem Umgange des Sterns fortſtoßen können.

Man kann auch dem Jahrrade eine fortgehende Bewegung geben, wenn man dieſen beweglichen Vorfall wegnimmt, und den Stern in ein Rad verwandelt, welches mit einem Rade des Laufwerks in Verbindung geſezt wird, das in 5 Tagen auf daſſelbe einen Umgang macht.

Die Feder G (Fig. 12) dient den Rechen H gegen die elliptiſche Scheibe anzudrüken. In dieſer Rükſicht hat das Ende F des Rechens einen Stift, welcher auf dem Umkreis der elliptiſchen Scheibe aufliegt; der Rechen geht alſo vor- und rükwärts, je nachdem die elliptiſche Scheibe darauf wirkt, welches denn nothwendig dem Triebe C und dem Zifferblatte A (Fig. 10) eben dieſe Bewegung mittheilt. Da nun der Zeiger S der wahren Zeit ſich gleichförmig bewegt, ſo werden die Veränderungen des Zifferblatts diejenigen der Sonne anzeigen. Der Zeiger S bemerkt alſo die Veränderungen der Sonne, indeß das gegenüberſtehende Ende die Minuten der mittlern Zeit angiebt: die Feder B Fig. 11 dient den Schwalbenſchwanz A C zurükzuführen, ſo wie die Schnekkenſchnauze zurükgeht.

VIII.

Beſchreibung einer Aequations-Pendeluhr mit zwei konzentriſchen Minutenzeigern, welche die Monate des Jahrs, die Monatstage und die Schaltjahre anzeigt, von Herrn Berthoud. *)

Das Rad des Federhauſes am Schlagwerke greift in ein Trieb, welches in 24 Stunden einen Umgang macht; die Welle dieſes Triebs geht in das Vorlegewerk, und trägt viereckig einen Puzzen, woran der Theil a b Taf. V Fig. 6 angenietet iſt; dieſe verlängerte Welle hat auch den Theil s, o, n, welcher einen in zween Theile getheilten Zahn trägt, deren einer länger als der andre iſt: dieſer Zilinder oder der Theil s o kann an dieſer Welle herab und hinauf ſteigen. Fig. 7 zeigt dieſes Trieb, deſſen Welle und die daran befindlichen Theile im Profil.

Der Theil s des Theils s, o, n iſt durchbohrt, damit ein Stift eingelegt werden kann, welcher in dem Theile a b befeſtiget iſt, ſo daß wenn dieſer ſich dreht, der Theil s, o, n zugleich mit bewegt werde. Nun greift der Theil a, oder der Zahn, welchen er

 hat,

*) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. T. II. p. 79.

hat, in die Zähne des Jahrrads A: dieſes Rad hat 366 Zähne, und wird von dem Einfalle l angehalten; der kürzere Zahn n (Fig. 7) des Stüks a b macht alſo, daß bei einem Umgange deſſelben ein Zahn des Rades A fortgeſtoßen wird, ſo daß innerhalb 366 Tagen ein Umgang deſſelben erfolgt, welches genau einem Schaltjahre entſpricht.

In den Jahren von 365 Tagen läßt der kürzere Theil des Zahns 364 Zähne des Jahrrads fortſpringen, und die beiden noch übrigen Zähne dieſes Rades für die völlige Revolution werden von einem einzigen Umgange des Stüks a b vermittelſt des längern Theils des Zahns auf einmal genommen, ſolchergeſtalt, daß alle 366 Zähne des Jahrrads in 365 mal erfolgen, welches eben ſo vielen Tagen entſpricht. Die Vorrichtung für das Heben des Theils s, o, n dreimal innerhalb vier Jahren, daß der breitere Theil des Zahns in das Jahrrad eingreife, geſchieht folgender Geſtalt.

Der Stern E, welcher 8 Zähne hat, wird vermittelſt an dem Jahrrade angebrachter Stifte in Bewegung geſezt: einer dieſer Stifte ſtößt einen Zahn des Sterns den 31 December um Mitternacht fort, und ein andrer Stift den 29 Februar um Mitternacht; dieſer Stern macht alſo innerhalb vier Jahren einen Umgang. Dieſer Stern trägt die drei geneigten Flächen c, f, g; jede dieſer Flächen wirkt wechſelsweiſe in die Rinne t an dem Theile s, o, n (Fig. 7) und ſie dienen alſo den Theil s, o, n von der Scheibe a b dreimal in 4 Jahren zu entfernen, wodurch auf dieſe Art der längere Theil des Zahns in das Jahrrad greift, und ſolchemnach zween Zähne deſſelben auf einmal fortſtößt.

Die Feder m dient dieſes Stük s, o, n herabzuſenken, ſo bald als die geneigte Fläche ihr dazu die Freiheit geſtattet, welches in dem Augenblikke geſchieht, wenn der Lappen in den Zahn des Jahrrads für den erſten März greift. Wenn der Zahn des Sterns den Einfall E hebt, ſo iſt er genöthiget, einen Raum zu durchlaufen, welcher zu gleicher Zeit die geneigte Fläche g von dem Theile s o entfernt: mithin fällt er vermittelſt der Feder m herab.

An dem Sterne E iſt ein Zifferblatt befeſtiget, welches zwiſchen dem Jahrrade und dem großen Zifferblatte liegt: man hat darauf die gemeinen Jahre von 365 Tagen und die Schaltjahre geſtochen, ſo daß ſie ſich nach und nach vor die Oefnung am großen Zifferblatte ſtellen. Um den Stern und den Einfall vorſtellig zu machen, hat man dieſes Zifferblatt in der Vorſtellung weggelaſſen.

Das Rad B iſt für die mittlere Zeit und wird wie gewöhnlich von einer Welle des Laufwerks getragen; es greift in das Wechſelrad, deſſen Trieb das Stundenrad in Bewegung ſezt, welche beiden lezten Räder ich aber in der Zeichnung weggelaſſen. Auf das Rad B iſt ein meſſingenes Stük C D befeſtiget, welches einen kleinen Kloben G trägt, der mit dem Theile C D für den Stern I von 20 Zähnen eine Art von Gehäuſe macht. Dieſer Stern hat ein Laternentrieb von 4 Stäben, und greift in das Rad H der wahren

Zeit.

Zeit. Das Rad der mittlern Zeit führt alſo vermittelſt ſeiner Bewegung das daran befeſtigte kleine Gehäuſe und den Stern mit ſich herum, mithin macht das Rad der wahren Zeit zugleich mit dem Rade der mittlern einen Umgang.

Allein wenn man den Stern vor= oder rükwärts bewegen läßt, ſo macht das Trieb, daß das Rad der wahren Zeit dadurch gleichfalls vor= oder rükwärts geht, ohne jedoch dadurch die Bewegung des Rads der mittlern Zeit zu verändern. Dieſe Bewegung des Sterns auf eine oder die andere Seite macht daher die Veränderung des Rads der wahren Zeit, und mithin ſeines Zeigers: dazu iſt der Hebel L M beſtimmt, deſſen Mittelpunkt der Bewegung in M iſt. Der Theil L dieſes Hebels trägt zween Stifte, welche wechſelsweiſe dem Sterne entgegen ſtehen, je nachdem die Aequation des Tages beſchaffen iſt. Wenn der Zeiger der wahren Zeit zurükgehen ſoll, ſo ſteht der obere Stift 1 ſo, daß der Stern, welcher vermittelſt der Bewegung des Rads der mittlern Zeit herum geführt wird, in einen ſeiner Zähne einfällt, und da dieſer unbeweglich ſteht, ſo nöthiget er den Stern ſich zu bewegen, und zwar mehr oder weniger, je nachdem er näher oder entfernter gegen den Mittelpunkt des Sterns einfällt. Soll hingegen der Zeiger der wahren Zeit vorgehen, ſo tritt der untere Stift 2 vor den Stern, und wirkt auf einen deſſen Zähne.

Der Hebel L trägt auch noch den Arm N, der ſich in eine geneigte Fläche endigt, welcher ſich beſtändig auf die Krümmung O, O ſtüzt, die wie die Abſäzze einer Staffel gebildet ſind: dies ſind die verſchiedenen Abſäzze, welche die Anzahl der Zähne beſtimmen, um welche einer der Stifte gegen den Stern wirken ſoll, um die Veränderung an dem Zeiger der wahren Zeit hervorzubringen. Jeder Abſaz dieſer Krümmung dient, während daß die Aequation um eben dieſe Größe ſich verändert, weil dieſe Abſäzze aus Zirkelbögen beſtehen, die mit dem Jahrrade konzentriſch laufen, an welches dieſe Krümmung befeſtiget iſt: die Zähne des Sterns dürfen während 24 Stunden nur einmal in einen der Stifte des Hebels L fallen; daher muß denn während 23 Stunden der Hebel außer dem Gange des Sterns ſich befinden. Zu dieſem Endzwecke kann der Hebel nach der Länge ſeiner Zapfen ſteigen und fallen; der Puzzen dieſes Hebels ruhet auf der Scheibe a b, welche den Hebel ſo hebt, daß vermöge der Bewegung des Rads der mittlern Zeit, welches den Stern mit ſich herum führt, die Zähne deſſelben unter beide Stifte 1, 2 des Hebels durchgehen, ohne ihn zu berühren, und zwar während der Zeit, wenn der Puzzen des Hebels auf der Scheibe a b liegt; da nun aber dieſe innerhalb 24 Stunden einen Umgang macht, ſo fällt der Puzzen, ſo wie der Einſchnitt p vorkommt, durch den Druk der Feder r herab, und ſo ſteht denn auch einer der Stifte des Hebels vor, an welchen der mit dem Rade der mittlern Zeit herumgeführte Stern anſtößt. Dieſer Einſchnitt muß genau um 11 Uhr Abends vorkommen, und ſo wie es Mitternacht ſchlägt, muß die Scheibe a b, welche ſich immerfort bewegt, vermittelſt der geneigten Fläche an der einen Seite des Einſchnitts, den Puzzen heben, und die Stifte wieder außer Berührung mit dem Stern während der folgenden 23 Stunden ſezzen.

Der Theil P, welcher von dem Rade der mittlern Zeit getragen wird, dient dem vordern zum Gleichgewicht. Außer den Monaten und Monatstagen, welche auf das Jahrrad geſtochen werden, muß man auch darauf den Unterſchied der wahren Zeit gegen die mittlere ſtechen, damit, wenn man die Uhr anhält, die Aequationszeiger wieder ohne Beihülfe einer Tafel geſtellt werden können.

Der Mechanismus dieſer Aequation kann ſehr verführeriſch ſcheinen, indeß er für die Bearbeitung immer ſehr ſchwer iſt, welches ſchon ein Fehler bei einer Maſchine iſt; überdies ſind die Dimenſionen dabei beſonders genau in Acht zu nehmen. Ich habe zwar verſchiedene Pendeluhren nach dieſer Art verfertiget, welche ihrem Entzwecke ſehr gut entſprachen; allein es gehört auch beſondre Sorgfalt dazu, weswegen ich hier noch für Liebhaber einen Theil der dabei nöthigen Vorſichtigkeitsregeln mittheilen will.

Das Rad der wahren Zeit muß aus der Zahl 144 geſchnitten werden, denn ſo wird jedesmal als man einen Zahn des Sterns vor- oder zurükgehen läßt, der Zeiger der wahren Zeit um 5 Sekunden vor- oder zurükgehen: da nun beſonders die Bildung der Krümmung ſchwer iſt, und von jeder andern Art abweicht, ſo will ich izt das Verfahren, ſie zu ziehen, weitläuftiger beſchreiben.

Man bringe irgend etwas unter den Hebel N, ſo daß man den Hebel an verſchiedenen Orten vermittelſt einer Schraube nach Willkühr befeſtigen könne: man halte dieſen Hebel ſo auf, daß weder ein noch der andre Stift des Theils L in den Zahn des Sterns einfallen könne. Zu dieſem Entzwekke iſt es nöthig, daß die Stifte 1, 2 unter ſich um etwas mehr als um einen Durchmeſſer des Sterns entfernt ſtehen, damit wenn die Aequation nicht von einem Tage zum andern ſich verändert, die Stifte auf keiner Seite eingreifen, obſchon der Hebel in den Einſchnitt gefallen ſey. Nachdem man den Hebel an dieſem Orte unbeweglich gemacht, ſo ziehe man auf dem untergelegten Theile einen Strich, den man mit o bezeichne; dieſer Strich dient nunmehr auf der Krümmung alle Stellen anzuzeigen, wo von einem Tage zum andern keine Veränderungen in der Aequation der Zeit geſchehen.

Man führe hierauf den Hebel ſolchergeſtalt fort, daß indem man das Rad der mittlern Zeit ſich bewegen läßt, der obere Stift 1 in den Stern falle, um einen Zahn zu bewegen: man bemerke auf dieſem Striche 1, und indem man ſo weiter fortgeht, ſo merke man darauf nach und nach an 1, 2, 3, 4, 5, 6 u. ſ. w. bis daß der Hebel ſo weit in den Stern einfalle, um 6 Zähne zu nehmen, dieſe geben ein Verweilen von 30 Sekunden, als die Anzahl des größten Verweilens von einem Tage zum andern; auf dieſe Seite bemerke man V e r w e i l u n g, um ſich zu erinnern, daß beim Einfall des Stifts auf dieſe Seite der Zeiger zurükgehe. Man laſſe hierauf den Hebel auf die andre Seite des Strichs von o an gehen, und man bemerke durch 1 den Strich den man zu ziehen hat, wenn der untere Stift 2 in einen Zahn fällt, durch 2 einen zweiten Strich für 2 Zähne u. ſ. f. bis zu 4, als die Anzahl, welche 20 Sekunden entſpricht, um

wie

wie viel die wahre Zeit gegen die mittlere in einem Tage vorgehen kann: auf dieſer Seite bemerke man Voreilen. Vermittelſt dieſer Striche wird man nun leicht die elliptiſche Scheibe verzeichnen können, da man weiter nichts nöthig hat, als um zu finden, um wie viel an Zeit der Hebel auf dem nämlichen Abſazze ſich verweilen müſſe. Zu dieſem Entzwecke dient folgende Tafel, welche ich aufgeſezt habe, um dieſe Krümmung zu entwerfen.

die Sonne geht ſpäter.
Vom 12 May bis zum 18 dieſes Monats wird der Hebel auf 0 ſtehen; vom 19 bis zum 30 um einen Zahn auf die Seite Verweilung; vom 31 May bis 11 Juny um 2 Zähne; vom 12 dieſes bis zum 18 um 3 Zähne; vom 19 bis zum 23 um 2 Zähne; vom 24 bis zum 28 um 3 Zähne; vom 29 bis 12 Jul. um 2 Zähne; vom 13 dieſes bis 22 um 1 Zahn; vom 23 bis 30 auf 0.

die Sonne geht früher.
Vom 31 Jul. bis zum 7 Auguſt um 1 Zahn auf die Seite Voreilen; vom 8 dieſes bis zum 17, um 2 Zähne; vom 18 bis 28 um 3 Zähne; vom 29 bis 4 Okt. um 4 Zähne; vom 5 bis zum 15 um 3 Zähne; vom 16 bis zum 23 um 2 Zähne; vom 24 bis zum 30 um 1 Zahn; vom 31 bis 5 Nov. 0.

die Sonne geht ſpäter.
Vom 6 Nov. bis 11 um 1 Zahn auf die Seite Verweilung; vom 12 bis 17 um 2 Zähne; vom 18 bis 22 um 3 Zähne; vom 23 bis 30 um 4 Zähne; vom 1 Dec. bis 11 um 5 Zähne; vom 12 bis 3 Januar um 6 Zähne; vom 4 bis 12 um 5 Zähne; vom 13 bis 21 um 4 Zähne; vom 22 bis 27 um 3 Zähne; vom 28 bis 1 Febr. um 2 Zähne; vom 2 bis 8 um 1 Zahn; vom 9 bis 14 Febr. 0.

die Sonne geht früher.
Vom 15 Febr. bis 21 um 1 Zahn auf die Seite Voreilung; vom 22 bis 1 März um 2 Zähne; vom 3 bis 16 um 3 Zähne; vom 17 bis 27 um 4 Zähne; vom 28 bis 1 Apr. um 3 Zähne; vom 2 bis 8 um 4 Zähne; vom 9 bis 22 um 3 Zähne; 23 bis 29 um 2 Zähne; vom 30 bis 11 May um 1 Zahn; vom 12 bis 18 May 0.

Vermittelſt dieſer Tafel und der gefundenen Striche wird man die Krümmung auf folgende Art ſehr leicht verzeichnen können. Man ſtelle das Jahrrad auf den 12 May, und ſtelle den Hebel N auf die Eintheilung 0: man bohre bei v in den Hebel N ein kleines loch, wodurch man vermittelſt einer Spizze einen Punkt auf der Scheibe O bemerkt, welcher zu Abtheilung der Krümmung dient: man laſſe hierauf das Jahrrad bis zum 18 May vorgehen, und bemerke bei unveränderter lage des Hebels einen zweiten Punkt: laſſe das Rad um einen Tag vorgehen, ſo giebt dies den 19 May. Nun zeigt die Tafel, daß der Stift um einen Zahn auf die Seite Verweilung eingreifen muß; man führe alſo den Hebel auf den Strich 1 der Seite Verweilung, bemerke auf der Platte O einen Punkt, laſſe ferner das Jahrrad bis zum 30 May vorgehen, und merke den Punkt an bei unverrükter lage des Hebels. So fahre man nach der Tafel fort, bis die Jahrſcheibe ganz herum

herum iſt: man bohre durch alle dieſe Punkte Löcher, die man auf der Scheibe angemerkt hat, ziehe hierauf aus dem Mittelpunkte des Jahrrads bis an jedes Loch Halbmeſſer, und reiße mit einem Zirkel von jedem Loche, welches ſich in eben dieſem Bogen befindet bis zum nächſten Punkte Zirkelbögen q, r, s, t, u. ſ. w., welche ſodann die Krümmung OO geben werden. Nach dieſen Zirkelbögen feile man die Platte. Um jeden dieſer Abſäzze zu berichtigen, ſehe man, ob die Striche, (welche oben zur Vergleichung gemacht worden waren) mit dem Rande des Hebels übereintreffen, wornach man leicht eine völlige Genauigkeit erhalten wird.

Dieſe Pendeluhr, welche ganz von meiner eignen Erfindung iſt, habe ich der Königl. Akademie der Wiſſenſchaften im Jahr 1752 vorgelegt.

IX.

Beſchreibung einer Aequation mit zween Zeigern und zwei Zifferblättern. *)

Das Trieb A (Taf. I Fig. 8) iſt an einer Röhre befeſtiget, welche gedrang an die Welle eines Rades des Laufwerks angeſchoben wird, das in einer Stunde einen Umgang macht: dieſe Röhre trägt den Zeiger g für die mittlere Zeit. Das Trieb A greift in das Rad B, welches ſich in dem Kloben d auf der Platte C D bewegt; das Rad B greift in das Trieb f, welches mit dem Triebe A gleiche Zahl der Stäbe hat; daher es ebenfalls in einer Stunde einen Umgang macht. Dieſes Trieb f bewegt ſich in dem Kloben GH auf der Platte DC; der eine Zapfen dieſes Triebs läuft in dem Loche an der Platte DC, der andre aber innerhalb einer Röhre, welche das Rad l trägt; die Röhre des Rads l läuft in dem Loche der Röhre, welche von dem Kloben GH getragen wird; der vorgehende Theil der Röhre des Rads l trägt den Stundenzeiger, und das Ende der Welle des Triebs f den Minutenzeiger der wahren Zeit. Das Rad B hat ein Trieb a, welches in das Rad l greift, und auf daſſelbe in 12 Stunden einen Umgang bewirkt. Die Platte CD liegt auf der Uhrplatte LMN; dieſe Platte CD kann ſich um den Mittelpunkt f des Triebs bewegen; zu dieſem Entzwekke hat ſie einen Zapfen bei f, welcher in der Uhrplatte liegt; vermittelſt der Schraube e wird ſie an der Platte ſo angehalten, daß ſie blos den Zirkelbogen b c und den Mittelpunkt f beſchreiben kann. Der Arm O, welcher mit der Platte CD verbunden iſt, iſt gemacht, um auf die Krümmung P aufzuliegen, deren Umgang innerhalb einem Jahre geſchieht: wenn ſich daher dieſe Krümmung bewegt, ſo muß eben dadurch der Arm O ſich heben oder ſenken; nun muß das Rad B einen Zirkelbogen um den Mittelpunkt f beſchreiben, welche Bewegung denn die Veränderung bewirkt, die den Zeiger A nach der wahren Zeit ſtellt, welches auf folgende Art geſchieht.

Wenn die Krümmung den Arm O und folglich auch das Rad B hebt, indeß das Trieb A, in welches es greift, unbeweglich iſt, ſo muß das Rad in dieſem Falle einen Zirkelbogen

*) Berthoud Eſſ. ſur l'horl. T. II. p. 86.

kelbogen m n beſchreiben. Dieſe Bewegung des Rades verurſacht nothwendig auf das Trieb f eine Bewegung, und ſolchemnach auch auf den Zeiger der wahren Zeit, während daß der Zeiger der mittleren Zeit unbeweglich bleibt. Nun geht, je nachdem man den Arm O heben oder ſenken läßt, der Zeiger der wahren Zeit vor= oder rükwärts; dieſe Bewegung erhält der Zeiger von der Krümmung der elliptiſchen Scheibe, welche nach der von den Tafeln der Aequation angegebenen Veränderung der Sonne beſtimmt wird.

Dieſes Vorlegewerk, ſo einfach und gut ausgedacht es auch an ſich iſt, hat jedoch große Mängel, denn 1) wird die wahre Zeit und die mittlere vermittelſt zween Zeiger an zwei Zifferblättern bemerkt, welches immer unbequem iſt. Der zweete Fehler iſt der große Spielraum des Rades B und der Triebe, welcher um ſo größer wird, wenn das Rad herauf und herabſteigt, ſein Eingriff mit jedem Triebe ſchwächer, und folglich der Spielraum des Zeigers noch mehr vergrößert wird. Herr Rivaz, welcher dieſe Aequation erfunden, hat dieſelbe Unbequemlichkeit auch vorausgeſehen, denn ich habe eins von ſeinen Vorlegewerken geſehen, wo das Trieb A ſich dem Rade ſo näherte als es ſich davon zu entfernen ſuchte, demohnerachtet aber betrug es doch immer auf einige Minuten Unterſchied.

Das beſte Mittel dieſen Fehler zu verbeſſern iſt, an das Trieb der wahren Zeit Spiralfedern anzubringen, auf welche ein kleiner Hebel wirken könnte, welcher den Zeiger immer auf einerlei Seite zöge; dies würde den Spielraum des Eingriffs aufheben, daß die Aequation mit hinlänglicher Genauigkeit erfolgte.

X.

Beſchreibung eines Aequations=Vorlegewerks, welches nur allein die wahre Zeit anmerket. *)

Taf. I. Fig. 9 ſtellt den Grundriß dieſes Vorlegewerks vor. A iſt die elliptiſche Scheibe, welche an das Rad B befeſtiget, und vermittelſt eines Triebs aus dem Laufwerke in Bewegung geſezt wird. Der Theil C des Hebels CDE ruht auf der Krümmung, welcher den Mittelpunkt ſeiner Bewegung bei E hat.

Das Rad F iſt an die Welle eines Rads des Laufwerks bafeſtiget, deſſen oberer Zapfen in dem Loche des Kloben G liegt, es greift in das Trieb H, deſſen unterer Zapfen in dem Loche der Platte IL, der obere Zapfen aber, welcher die Welle ſelbſt iſt, in der Röhre des Rads M lauft, welche in der Röhre des Kloben NN liegt, welcher mit der Platte IL verbunden iſt: das Trieb H alſo und das Rad M drehen ſich zwiſchen dem Kloben N und der Platte CD wie in einem Gehäuſe.

Das

*) Berthoud Eſſ. ſur l'horl. T. II. p. 88.

Das Trieb H greift in das Rad O, welches um einen Stift an der Platte IL lauft; das Rad O hat ein Trieb p, welches in das Rad M greift; die Röhre dieſes Rads trägt den Stundenzeiger, und die Welle des Triebs H den Minutenzeiger.

Die Platte IL liegt auf der Uhrplatte QR: dieſe Platte IL kann ſich erheben und ſenken, da ſie ſich um den Mittelpunkt des Rades F bewegt, und den Zirkelbogen a b beſchreibt. Wenn nun dieſes Räderwerk INL ſteigt, und das Rad F unbeweglich bleibt, ſo wird das Trieb H, welches in dieſes Rad greift, genöthiget, ſich zu bewegen, je nachdem man den Theil INL fallen oder ſteigen macht; der Minutenzeiger wird daher entweder voreilen oder zurükgehen, je nachdem der Hebel CDE fällt oder ſteigt. Dieſe Bewegung des Theils INL wird von der elliptiſchen Scheibe A verurſacht, auf welche ſich das Ende C des Hebels CE ſtüzt, und deſſen Theil D mit dem Theile NN in Verbindung ſteht. So wie man alſo die elliptiſche Scheibe dreht, ſo macht ſie, daß der Hebel ſteigt oder fällt, mithin während daß das Rad F ſich gleichförmig bewegt, ſo wird die Bewegung des Triebs H, in welches es greift, ungleich ſeyn.

Das Zifferblatt wird von der Röhre des Kloben NN getragen, ſo daß es gleichfalls wie der Kloben ſteigt oder fällt, ſolchergeſtalt ſind die Zeiger ſtets mit dem Zifferblatte konzentriſch: die Schwere des Zifferblatts iſt mehr als hinreichend, um den Hebel CD ſtets auf der Krümmung zu erhalten, ohne die Bewegung des Jahrrads, an welchem die elliptiſche Scheibe befeſtiget iſt, zu hindern. Die Bauart dieſer Aequation iſt vom Herrn de Rivaz.

XI.

Beſchreibung des Aequations-Vorlegewerks des Herrn Poſſement. *)

Die wahre und mittlere Zeit iſt hier konzentriſch, und es bedarf weiter nichts, als daß der Zeiger für die wahre Zeit die Stunde anzeige, und der Zeiger für die mittlere Zeit das nämliche verrichte.

Das Rad AD Taf. V. Fig. 8. iſt um eine Röhre beweglich, welche an der Uhrplatte mit zwo Schrauben B C befeſtiget iſt, wodurch die Welle des großen Bodenrades geht; dieſes Rad AD macht niemals einen ganzen Umgang, ſondern greift blos in einen Rechen ein, welcher vermöge der Krümmung der Aequationsſcheibe ſteigt oder fällt, und mithin verurſacht, daß das Rad A D den vierten Theil eines Umgangs über und unter ſeinen mittlern Stand macht, d. i. höchſtens einen halben Umgang.

Das Rad AD trägt einen gebogenen Arm DEF, an deſſen Ende ein Wechſeltrieb F iſt, welches in das Rad IK für die wahre Zeit greift, oder welches die für die Aequation der Zeit nöthige Bewegung vertheilt.

Das

*) S. Le Paute Traité d'horlog. p. 215.

Das Kronrad GL ſteckt gedrange an der Welle des Minutenrades für die mittlere Zeit feſt, das Trieb H: welches ſich an dem Arme, der von der Platte ausgeht, befindet, greift in dieſes Kronrad, und bewegt zu gleicher Zeit das Kronrad MM, welches auf beiden Seiten eine dem Rade L gleiche Anzahl von Zähnen hat, folglich auch in einer Stunde einen Umgang macht, obſchon in entgegengeſezter Richtung.

Das Rad MM bewegt das Wechſeltrieb, welches in das Rad IK greift, und den Minutenzeiger für die wahre Zeit trägt. Um den Spielraum und das Schlottern der Zeiger zu verhindern, muß man zu gleicher Zeit zwiſchen dem Rade für die wahre Zeit IK, und demjenigen für die mittlere Zeit MM eine ſchwache Feder anbringen.

Das Rad IK trägt ein Trieb N: dieſes Trieb macht vermöge eines Wechſelrades, daß ſich das Stundenrad in 12 Stunden einmal herumbewegt; dieſes Stundenrad lauft um die Röhre O: das nämliche Rad IK kann zugleich die Schlagnägel für das Schlagwerk enthalten.

Wenn man an dieſer Pendeluhr aus dem Mittelpunkte die Sekunden bemerken laſſen wollte, ſo müßte man die mittlere Zeit durch Wechſelung anzeigen laſſen: dem zu Folge müßte das Trieb des Rades, welches das Steigerad treibt, durch die Platte durchgeſteckt werden, um in das Rad L zu greifen, welches an das Kronrad GH feſtgeſteckt iſt.

Die Welle des Steigerads geht nunmehr durch die Röhre, welche an die Platte bei C, B angeſchraubt iſt, ohne ſich innerhalb zu reiben; die Räder MM und IK gehen über die Röhre; vor dieſen Rädern iſt ein Kloben mit einer Röhre, über welche ſich der Stundenzeiger bewegt; das Trieb oder das kleine Rad N muß von dem Rade FK abgeſondert werden, und diesſeits des Kloben ſeyn.

XII.

Von den Pendeluhren, welche Stunden, Minuten und Sekunden blos nach der wahren Zeit vermöge der ungleichen Vibrationen eines Pendulum anzeigen, das ſich verlängert und verkürzt, nach der Erfindung des Pater Alexander. *)

Das Jahrrad macht eine Revolution in 365 Tagen, 5 Stunden, 48 Minuten, 58 Sekunden $\frac{38}{49}$; folgende iſt die Anzahl der Zähne der Räder, welche Pater Alexander dabei angewendet hat.

Das Stundenrad, deſſen Revolution innerhalb 12 Stunden geſchieht, trägt ein Trieb von 7 Stäben, und greift in ein Rad von 50 Zähnen; dieſes trägt ein Rad von

*) S. Le Paute Traité d'horl. p. 89.

7 Stäben, welches in ein Rad von 69 Zähnen greift, das denn wieder ein Trieb von 8 Stäben hat, und in ein Rad von 83 Zähnen greift, welches eigentlich das Jahrrad iſt. Dieſe aſtronomiſche Revolution iſt ſehr genau: das Verfahren der Berechnung findet man in des Pater Alexanders Abhandlung über die Revolutionen der Planeten, ſo wie auch Herr Camus dieſe Art Berechnung in ſeinem Cours de Mathematique im 3ten Theile abgehandelt hat.

Das Jahrrad des Pater Alexanders trägt eine Ellipſe, auf welche ſich ein Hebel ſtüzt, womit die Feder verbunden iſt, welche das Pendulum trägt; dieſe Feder liegt genau innerhalb einem Einſchnitte eines Kloben, der die Geſtalt derjenigen für gewöhnliche Sekundenpendeln hat. Der untere Punkt des Kloben, wodurch die Feder geht, beſtimmt den Mittelpunkt der Bewegung des Pendulum. So wie nun die Ellipſe ihre Bewegung erhält, ſo macht der Hebel, der darauf aufliegt, daß das Pendulum ſteigt oder fällt, wodurch denn die Oſcillationen geſchwinder oder langſamer erfolgen. Indeſſen halten wir dieſe Einrichtung für ſehr mangelhaft.

Denn 1) gründet ſich die ganze Berechnung auf den Grundſaz, daß die Quadrate der Menge der Vibrationen in gleichen Zeiten wechſelſeitig ſind, wie die Längen der Pendeln, ein Grundſaz, welcher beim einfachen Pendulum richtig iſt; allein diejenigen Oſcillationen des zuſammengeſezten Pendulum, wie es an der Uhr angewandt wird, ſind nicht mehr die nämlichen, wie beim einfachen Pendulum: daher ob man ſchon die Krümmung nach dieſer Berechnung gemacht, wird es ſich doch zutragen, daß das Pendulum nicht genau um die erforderliche Größe dieſe Abweichung machen wird. *)

2) Der geringſte Fehler in der Bearbeitung der Krümmung wird die Dauer aller Oſcillationen, die das Pendulum innerhalb 24 Stunden macht, verändern: dieſer Fehler, wenn er 86400 mal täglich wiederholt wird, bewirkt beträchtliche Unterſchiede.

3) Es giebt kein andres Verfahren als die Erfahrung, wodurch man die Krümmung berichtigen kann: um daher zu urtheilen, ob eine ſolche Ellipſe gehörig gemacht worden, iſt ein ganzes Jahr Zeit nöthig.

4) Wollte man nun auch annehmen, daß man durch Erfahrung die Ungleichheiten der Krümmung berichtigen wolle, ſo würde man doch niemals genau die von der Krümmung verurſachten Fehler unterſcheiden können; denn man würde ſie mit den Veränderungen der Uhr vermengen, welche durch die Einwirkung der Wärme und Kälte auf das Pendulum u. ſ. f. verurſacht werden.

5) Kann

*) Dieſem ließe ſich indeſſen abhelfen, wenn man durch Beobachtung beſtimmte, um wie viel ein gegebenes zuſammengeſeztes Pendulum täglich voreilt oder verweilt, nachdem man es um eine bekannte Größe verlängert oder verkürzt; allein wenn auch dieſem abgeholfen wäre, ſo bleiben doch immer noch verſchiedene weſentliche Hinderniſſe.

5) Kann man einen ſolchen Mechanismus blos bei Pendeln anwenden, die vermittelſt Federn aufgehangen werden. Wird nun die Feder der Aufhängung an verſchiedenen Punkten vermöge des Kloben angehalten, ſo geringe auch übrigens die Ungleichheit dieſer Feder ſeyn dürfte, ſo wird dadurch der Aufhängungspunkt verändert, den man keineswegs da annehmen darf, wo der Kloben die Feder abſchneidet, ſondern etwas tiefer; dieſer Punkt verändert ſich aber nach der verſchiedenen Straffheit der Feder.

Endlich da der Hebel, welcher ſich auf die Krümmung ſtüzt, nach dieſem Verfahren die ganze Laſt der Linſe tragen muß, ſo wird er ſich leicht biegen, welches nach ſeiner Lage verſchieden ſeyn kann. Die Einrichtung des Herrn Rivaz iſt ohne Zweifel dieſem Verfahren weit vorzuziehen, wenn man an Pendeluhren blos die wahre Zeit bemerken laſſen will; übrigens iſt auch dieſe Einrichtung in der Ausführung ſehr leicht, denn die Länge des Pendulum bleibt immer die nämliche, anſtatt daß bei dem Verfahren des Pater Alexander das Pendulum täglich eine Veränderung an ſeiner Länge erhält, welches genau das nämliche wäre, als wenn man die Uhr 365 mal im Jahre regulirte.

Die eigentliche Vorrichtung des Pater Alexanders in Rükſicht der Aequation der Zeit entlehne ich hier noch für einige Liebhaber, die von dem eigentlichen Verfahren genauere Kenntniß zu haben wünſchen dürften, aus Herrn le Paute Traité d'horlogerie S. 222 u. f.

Es ſey B C Taf. V. Fig. 9 ein Pendulum, deſſen Aufhängung an der Feder in einem Einſchnitte S gehalten wird, ſolchergeſtalt, daß die Länge des Pendulum, wovon die Anzahl ſeiner Vibrationen abhängt, S C ſey; man begreift leicht, daß wenn der Punkt S gegen B um eine halbe Linie gehoben wird, d. i. wenn der Hebel A F, der ſich um den Punkt F bewegt, eine Bewegung bei A vermöge einer Krümmung erhält, die groß genug iſt, damit der Punkt S um eine halbe Linie gehoben werde, das Pendulum S C, ſo wie es um ſoviel länger geworden, täglich um 50 Sekunden ſpäter gehen werde.

Man kann es auch ſo machen, daß der Punkt S unverändert bleibe, und das Pendulum bei S gehalten werde, während dem der Hebel f a die ganze Schwere der Linſe trage und ſie allein hebe.

Man kann in Rükſicht der Größe des Hebens die Einrichtung treffen, daß der Arm des Hebels von S bis F, oder von u bis f 20 oder 40 mal größer ſey, als der Abſtand von A bis S oder von a bis u. Durch dieſes Mittel wird der Aufhängungspunkt eine 40 mal geringere Veränderung erleiden als der Punkt a oder A, und die kleinen Ungleichheiten der Krümmung, die auf A wirkt, werden bei S unmerklich, dem man noch beifügen kann,

daß der Hebel Fig. 10. bei u nur den vierzigſten Theil der Schwere der Linſe tragen wird. *)

XIII.

Beſchreibung einer Taſchenuhr mit Aequation, Repetition, konzentriſchen Sekunden und Sekundenvibrationen. **)

Dieſe Uhr geht acht Tage in einem Aufzuge; ſie zeigt die Monate des Jahrs und die Monatstage. Wir wollen hier den Unterſchied der Bauart aller Theile angeben, wenn ſolche Uhren acht Tage, dreißig Stunden, oder einen Monat gehen ſollen.

Obſchon der Mechanismus der Aequation der nämliche iſt, den wir bereits beſchrieben, (ſ. VII.) ſo hoffen wir doch, da er hier auf mehr zuſammengeſezte Maſchinen angewandt worden, und da die Vorrichtungen hiebei ungleich mehr verſchieden und beſſer ſind, auch wir eben nicht ſo genau die einzeln Theile abgehandelt, verſchiedenen Liebhabern einen Dienſt zu leiſten, wenn wir hier die Beſchreibung und den Plan einer Maſchine anführen, die alles in ſich vereinigt, und ſo zuſammengeſezt iſt, daß jeder einzelne Theil ſo dauerhaft iſt, als ob er für ſich allein beſtünde.

Die 1. Figur Taf. IX ſtellt die Einrichtung der Theile der Repetition vor; ſie iſt genau nach der nämlichen Dimenſion einer ſolchen Uhr entworfen, als von uns gefertiget worden.

Die Theile, welche die Repetition betreffen, ſind die nämlichen, wie bei den gewöhnlichen Repetitionsuhren, daher wir hier die völlige Beſchreibung übergehen.

Die 2. Figur enthält den Entwurf des Räderwerks: A das Federhaus, B der Schnekken, deſſen Rad von 54 Zähnen in ein Trieb von 12 Stäben greift, welches das große mittlere Rad C von 64 Zähnen trägt; dieſes greift in ein Trieb von 8 Stäben am kleinen mittlern Rade D von 64 Zähnen, welches in ein Trieb von 8 Stäben am Kronrade E von 60 Zähnen greift; dieſes greift in ein Trieb von 8 Stäben am Hemmungsrade F von 30 Zähnen: da nun die Unruhe Sekundenvibrationen macht, ſo braucht das Hemmungsrad zu einem Umgange eine Minute Zeit; und da dieſes $7\frac{1}{2}$ Umgänge bei einem Umgange des Kronrads macht, ſo bedarf dieſes für einen Umgang $7\frac{1}{2}$ Minuten Zeit. Das

*) Die eigentliche Einrichtung des Pater Alexanders zu Hebung des Pendulum iſt noch einfacher, aber zugleich auch unzuverläßiger. An der Uhrplatte läßt ſich eine Stange ſenkrecht willig auf- und abſchieben, welche unterwärts auf der elliptiſchen Scheibe aufſizt; mit dieſer Stange iſt das Pendulum verbunden; welches auf dieſe Art zugleich gehoben wird. S. deſſen Abhandlung von Uhren, überſezt von D. C. P. Berger (Lemgo 1738. 8.) S. 159. u. f.

**) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. Vol. I. p. 92.

Das Trieb, welches dieſes Rad trägt, iſt verlängert, und geht innerhalb des Vorlegewerk; es greift in das Rad I Fig. 1 von 64 Zähnen: das Trieb des Kronrads macht alſo 8 Umgänge, wenn das Rad I einen Umgang macht: nun braucht es zu einem Umgange $7\frac{1}{2}$ Minuten Zeit: das Rad I alſo wird zu einem Umgange achtmal $7\frac{1}{2}$ Minuten, d. i. 60 Minuten oder eine Stunde Zeit nöthig haben: die Röhre dieſes Rads I iſt es alſo, welche den Minutenzeiger trägt. Dieſe Einrichtung für konzentriſche Minuten und Sekunden findet man beſtimmter in der Beſchreibung einer Sekundentaſchenuhr mit doppelten Vibrationen in einer Sekunde (ſ. J.), und iſt derjenigen ähnlich, die wir bei der Pendeluhr mit Sekunden (1 Theil S. 63) beſchrieben haben. Die kleinen Räder a, b, c, d, e gehören zu dem Laufwerke der Repetition.

Wenn man die Revolutionen des Räderwerks dieſer Taſchenuhr berechnet, ſo wird man finden, daß das Hemmungsrad 2160 Umgänge macht, während dem der Schnekken einen Umgang vollendet, der folglich 2160 Minuten oder 36 Stunden dauert. Dieſes Rad giebt dem Jahrrade die Bewegung, und läßt es eine Revolution innerhalb 365 Tagen machen.

Der Schnekken Fig. 16 hat den Zapfen 1, welcher in einer ſtählernen Röhre geht, die an das Schnekkenrad B befeſtiget worden; dieſe Röhre iſt es, welche den untern Zapfen des Schnekken bildet, und welche in dem Loche der Platte geht: an das verlängerte Ende 2 dieſer Röhre geht gedrang das kleine Rad oder Trieb a Fig. 1; es hat 12 Zähne, und greift in das Rad b von 16 Zähnen; dieſes trägt ein Trieb von 6 Stäben, welches in das Rad C von 30 Zähnen greift, es iſt gedrang mit dem Hakenrade verbunden, welches an der Welle eines Triebs von 4 Stäben befeſtiget worden, und in das Jahrrad C Fig. 3 greift: dieſes hat 146 Zähne.

Wir haben bereits erwähnet, daß das Schnekkenrad einen Umgang in 36 Stunden macht; das Trieb a, welches daran geſchoben worden, macht alſo in der nämlichen Zeit einen Umgang, und da das Rad b, welches es führt, 16 Zähne hat, ſo bedarf es alſo 48 Stunden zu einem Umgange; da es ferner ein Trieb von 6 Stäben hat, welches in das Rad C von 30 Zähnen greift, ſo macht es 5 Umgänge während einem des Rades C; dieſes bedarf daher 10 Tage zu einem Umgange: endlich während daß das Jahrrad A einen Umgang macht, macht das Trieb 4 deren $36\frac{1}{2}$, weil 4 Zähne des Triebs in 146 Zähnen des Rades $36\frac{1}{2}$ mal enthalten ſind: multiplicirt man nun $36\frac{1}{2}$ durch 10 Tage, ſo erhält man 365 Tage, welches die Zeit der Revolution des Rades A iſt. Das kleine Rad b bewegt ſich zwiſchen der Platte und einem kleinen Kloben.

Der untere Zapfen des Rades C läuft in einem Loche der Platte, und der obere Zapfen in einem ähnlichen Loche an der Zifferblattſcheibe Fig. 4. Wenn dieſe auf die erſte Figur geſezt wird, ſo bedekt ſie das ganze Vorlegewerk, und wird zwiſchen einem Vorſprunge befeſtiget, die ſie genau zentrit, worauf ſie mit zwei Schrauben e, f angehalten wird;

wird; auf dieſe Art bewegt ſich das Rad C zwiſchen der Platte und der Zifferblattſcheibe gleich in einem Gehäuſe; das Trieb 4 greift nunmehr in das Jahrrad, und giebt ihm eine Revolution von 365 Tagen vermöge einer gleichförmigen Bewegung.

Das Jahrrad Fig. 6 bewegt ſich an dem Mittelpunkte der Röhre, die von der Zifferblattſcheibe getragen wird, und Fig. 4 perſpektiviſch vorgeſtellt worden; es liegt hier flach, ſo daß es ſich nicht verrükken kann; hinter der Zifferblattſcheibe wird es von der ſtählernen Röhre Fig. 9 zurükgehalten. Das Innere dieſer Röhre geht gedrang an die äußere Seite der von der Zifferblattſcheibe gebildeten Röhre; die äußere Seite der ſtählernen Röhre geht genau in das Loch des Jahrrads; die ſtählerne Röhre ſtüzt ſich auf dieſe Art auf das Rad, ſo daß dieſes auf keine Art an die Zifferblattſcheibe anſtreifen, ſondern ſich blos um ſeinen Mittelpunkt bewegen kann.

An das Jahrrad iſt vermittelſt zwei kleiner Stifte die Ellipſe Fig. 8 befeſtiget, die auf das Jahrrad gebracht Fig. 3 vorgeſtellt worden.

Das Trieb A Fig. 14 iſt von Stahl und in der Mitte durchbohrt: die äußere Seite läuft in dem Loche der Röhre der Zifferblattſcheibe Fig. 4; die innere Oefnung dieſes Triebs iſt von der Größe, um dadurch frei die Röhre des Stundenrades und des Zeigers der Stunden durchzulaſſen. Dieſer Trieb hat einen kleinen Anſchlag, und macht eine zweite Röhre, woran gedrang die Platte F geſchoben wird, ſo daß ſie auf dem Grund des Anſchlags aufſizt, deſſen Höhe vermöge der Höhe der Röhre der Zifferblattſcheibe beſtimmt wird: das Trieb lauft denn auf dieſe Art frei und genau in dieſer Röhre, da es ſich nicht verſchieben kann, ſondern von der Platte F zurükgehalten wird, die es oberhalb der Zifferblattſcheibe anhält. Dieſe Platte dient zu gleicher Zeit den kleinen Zeiger Fig. 10 zu tragen, welcher für die wahre Zeit beſtimmt iſt: er wird hinter der Platte durch die Röhre der Platte F befeſtiget, und geht in die Oefnung des kleinen Zifferblatts, was ihn zentrirt; eine Schraube dient ihn hinter der Platte zu befeſtigen: der Umlauf des Triebs auf deſſen Röhre bewegt mithin das kleine Zifferblatt.

Das kleine Zifferblatt bewegt ſich ganz genau in dem leeren Raume des großen Zifferblatts Fig. 7 und geht etwas unterhalb, um keinen Spielraum zu machen, daß blos die Email zum Vorſchein kommt. Das große Zifferblatt hat drei Zapfen, welche in die Löcher auf der Zifferblattſcheibe Fig. 5 fallen: wo es damit vermittelſt einer kleinen Schraube befeſtiget wird.

Wir haben bereits bei der Aequations = Pendeluhr erklärt, wie der Minutenzeiger vermöge eines gegenüberſtehenden Zeigers, welcher auf einem kleinen Zifferblatte die wahre Zeit anzeigt, dienen kann, die abweichende Stunde anzuzeigen; je nachdem man dieſes kleine Zifferblatt vor = oder zurükgehen läßt, und wie auf dieſe Art der Zeiger, indem er mit einer gleichförmigen Bewegung fortgeht, die veränderliche Zeit, oder diejenige der

Sonne

Sonne anzeige. Zu dieſer Abſicht iſt denn die Ellipſe DE Fig. 3 beſtimmt, und geſchieht vermittelſt des Rechens B, welcher in das Trieb A greift, welches das kleine Zifferblatt trägt. Dieſer Rechen trägt bei B einen ſtählernen Theil, welcher eine kleine Rolle bildet, deren Grund ſich auf den Rand der Ellipſe ſtüzt: die 11. Figur ſtellt das Profil des Rechens vor, wo a die kleine Rolle iſt.

Die Ellipſe iſt unterwärts ausgefeilt, wie man Fig. 8 ſieht, ſo daß die Rolle darin liegen könne, und der Rechen ſich wie in einem Einſchnitte bewege, aus dem er nicht weichen kann: da nun das Jahrrad vermöge ſeiner Bewegung die Ellipſe mit herumführt, ſo nöthiget dieſe den Rechen, der von der Feder F angedrükt wird, ſich zu nähern oder zu entfernen, je nachdem die Krümmung ihn führt; ſolchergeſtalt ereignet ſich denn, daß während dem das Jahrrad beſtändig fort auf eine Seite geht, der Rechen um ſich ſelbſt geht, und macht, daß das Trieb wechſelsweiſe, und ſo das kleine Zifferblatt vor- und rükwärts gehe. Wir werden dies weiterhin erklären, wenn wir von der Eintheilung der Ellipſe handeln werden, damit die Abweichung des kleinen Zifferblatts genau derjenigen der Sonne entſpreche, und daß der Zeiger der wahren Zeit ſie anzeige.

Auf das Jahrrad Fig. 6 ſind die Monate des Jahrs und die Monatstage von 5 zu 5 Tagen geſtochen. Die Monate ſieht man quer durch die Oefnung, die an der Zifferblattſcheibe Fig. 5 und an dem großen Zifferblatte gemacht worden; die Zifferblattſcheibe trägt einen kleinen Zeiger, welcher die Monate, die durch dieſe Oefnung gehen, und die Tage anzeigt. Dies iſt zum Eintheilen der Ellipſe nothwendig, beſonders aber noch mehr, um die Uhr in die Aequation zu ſtellen, wenn ſie einige Zeit nicht aufgezogen worden iſt, denn ohne dieſe Vorſicht würde es oft geſchehen, daß die Ellipſe zurükbliebe, und die Aequation des Tags anzeigte, wo die Uhr wäre angehalten worden; ſo wie man, um ſie auf den Punkt zu ſtellen, der dem gegenwärtigen Tage entſpräche, nur ohngefähr ſie würde ſtellen können; dieſe Vorrichtung iſt daher nicht blos dazu, daß wegen dieſer Urſache die Uhr die Monate des Jahrs und den Tag anzeige, ſondern beſonders um ſie genau in die Aequation zu ſtellen.

In dieſer Rükſicht, wenn die Uhr angehalten worden, drehe man das kleine Hakenrad C Fig. 1; dieſes Rad, welches an die Welle des Triebs befeſtiget worden, bewegt ſich gedrange, und abgeſondert vom Rade; da das Rad innerhalb 10 Tagen einen Umgang macht, ſo habe ich dem Hakenrade 10 Zähne gegeben, daß ſolchergeſtalt jeder Zahn, um den man vor- oder zurükgehen läßt, einem Tage entſpricht. Man nehme alſo an, man wolle das Jahrrad auf den 3ten Januar ſtellen, ſo drehe man es, bis der 31ſte December unter dem Zeiger ſteht; läßt man nun hierauf das Hakenrad um drei Zähne vorgehen, ſo kann man verſichert ſeyn, daß das Rad auf den 3ten Januar gekommen, und daß die Ellipſe genau die Aequation dieſes Tags anzeigen werde.

Die 15. Figur ſtellt das Rad C, das Hakenrad und das Trieb 4 im Profil vor: d zeigt das Hakenrad und deſſen Trieb abgeſondert vom Rade e; dieſes Rad liegt an das Hakenrad an, hinter welchem es vermöge des kleinen Vorſtekkers f gehalten wird, welcher es andrükt, und ſo eine Anreibung verurſacht, daß dieſes Rad ſich nicht abgeſondert vom Hakenrade bewegen kann, als wenn man ihm die Bewegung mit der Hand giebt: hinter dem Vorſtekker muß man eine kleine Schraube an das Rad e anbringen, damit er nicht von ſeinem Orte weichen kann.

Die 13. Figur ſtellt den Theil vor, welcher den Rechen trägt: dieſer Theil iſt mit der Zifferblattſcheibe durch eine Schraube verbunden: er hat einen Stift, welcher in die Röhre des Rechens geht.

Die 12. Figur zeigt die Feder bei F Fig. 3., welche hinter der Zifferblattſcheibe vermöge einer Schraube den Rechen ſolchergeſtalt andrükt, daß er immerfort ſich gegen die Ellipſe ſtemmt.

Die 18. Figur ſtellt die innere Seite der Pfeilerplatte vor, worauf der Entwurf einer Repetitionsuhr mit der Aequation und mit doppelten Sekundenvibrationen zu 30 Stunden verzeichnet worden. A iſt das Federhaus, B das Schnekkenrad von 60 Zähnen; es greift in das Trieb des großen mittlern Rades C; dieſes Trieb hat 10 Stäbe. Das Rad C hat 64 Zähne, und greift in das Trieb von 8 Stäben, welches das kleine mittlere Rad D von 60 Zähnen trägt; dieſes greift in das Trieb des Kronrads E, deſſen verlängerte Welle den Sekundenzeiger trägt; dieſes Trieb hat 8 Stäbe: das Rad E hat 48 Zähne, und greift in das Trieb des Hemmungsrades F, welches 12 Stäbe hat; das Rad hat 15 Zähne, es giebt alſo 30 Vibrationen der Unruhe bei jedem Umgange deſſelben; und da es vier Umgänge während einem des Rades E macht, ſo macht ſie 4mal 30 oder 120 Vibrationen, deren jede von $\frac{1}{2}$ Sekunde iſt, das Rad E braucht alſo zu einem Umgange eine Minute Zeit. Das Trieb des Rades D geht in das Vorlegewerk, und führt das Minutenrad G Fig. 17. wovon man die Vorrichtung im Großen in der Beſchreibung der Taſchenuhr mit doppelten Vibrationen in einer Sekunde (ſ. I.) ſehen kann. a, b, c, d, e iſt das kleine Räderwerk des Schlagwerks, a hat 40 Zähne, b 32, c 32, d 28 und e 26: dieſes greift in das Trieb des Windfangs, welches wie alle übrigen Triebe dieſes kleinen Räderwerks für das Schlagwerk, ſechsſtäbig iſt.

In der Uhr zu acht Tagen, die wir beſchrieben haben, ſo wie bei denjenigen zu einem Monat, trägt das Schnekkenrad die Röhre, wie wir bereits erwähnt haben, und das Jahrrad erhält auf dieſe Art eine gleichförmige Bewegung. Bei Uhren zu 30 Stunden laſſe ich unmittelbar von dem verlängerten Zapfen des Schnekken Fig. 19, welcher in das Vorlegewerk Fig. 17 geht, ein Trieb a von 6 Stäben tragen, welches daran gedrange angeſchoben, und vermittelſt eines Stifts durch das Trieb und den Zapfen befeſtiget wird. Dieſes Trieb a Fig. 17. greift in das Rad b von 24 Zähnen, was auf eine Röhre genietet worden, die ſich

ſich um einen Stift auf der Platte bewegt: dieſes Rad b trägt einen Stift, welcher bei jedem Umgang des Rades einen Zahn des Sterns C fortſtößt.

Während dem, daß man die Uhr aufzieht, nöthiget die Wirkung des Triebs auf das Rad b den Stift, den es trägt, einen Zahn des Sterns C fortzuſtoßen. Da man nun die Uhr täglich einmal aufzieht, und dieſes Rad b nur einmal auf den Stern wirken kann, ſo macht dieſer, da er zehn Zähne hat, innerhalb 10 Tagen einen Umgang: dieſer Stern iſt an der Welle eines Triebs von 4 Stäben befeſtiget, welches in das Jahrrad von 146 Zähnen greift: dieſes macht alſo einen Umgang in 365 Tagen; der Stern C wird durch den Einfall d zurükgehalten.

In Rükſicht dieſer Art, den Stern und das Jahrrad bewegen zu laſſen, merke ich noch an, daß die Zähne des Sterns nicht gegen den Mittelpunkt des Rades, das ihn führt, gerichtet ſeyn müſſen, ſondern mehr ſeitwärts, wo ſich der Stift bewegt, wenn man die Uhr aufzieht; denn da dieſes Rad durch die Welle des Schnekken geführt wird, ſo geht es um ſich ſelbſt, ſo daß wenn der Zahn des Sterns gegen den Mittelpunkt gerichtet wäre, der Zahn, welcher vorgegangen, während man die Uhr aufzöge, zurükgehen würde, wenn die Uhr im Gange wäre, und der Schnekken ſich auf die entgegengeſezte Seite bewegte; dahingegen wenn man dieſe Zähne etwa wie Fig. 17 ordnet, ſo geht, wenn der Schnekken zurükgeht, der Stern zwar auch etwas zurük, aber nicht ſoviel, um zum Winkel des Einfalls zu kommen.

Die Anreibung des Jahrrads gegen die Zifferblattſcheibe muß man nie zu ſtark machen, vielmehr muß es ſich frei bewegen, damit die Wirkung des Einfalls den Stern nicht in ſeine Ruhe ſezze, denn unter dieſen Umſtänden würde der Stift vorgehen, ohne den Stern zu bewegen, und das Jahrrad würde zurükbleiben: auf alle Fälle muß der Einfall zu Sicherung dieſer Wirkung eine gewiſſe Kraft haben.

Man ſieht, daß die Bewegung des Jahrrads nicht gleichförmig iſt; denn es geht um den 365ſten Theil des Umgangs blos fort jedesmal, wenn die Uhr aufgezogen wird; dieſe Einrichtung habe ich getroffen, um die Führung des Jahrrades zu vereinfachen; übrigens iſt es gleichgültig, ob es jeden Tag ſpringt, oder ob es eine fortgehende Bewegung hat, weil die Aequation von einem Tage zum andern nur höchſtens 30 Sekunden beträgt; um aber denjenigen ein Genüge zu thun, welche wünſchen dürften, daß das Jahrrad in beſtändiger Bewegung erhalten würde, ſo kann man ſich des folgenden Verfahrens bedienen. Man richte das Schnekkenrad ſo ein, wie dasjenige zu acht Tagen; an die Röhre dieſes Rades ſchiebe man gedrang ein Trieb von 8 Stäben, das man ſo klein als möglich macht; man laſſe dieſes Trieb a Fig. 1 in ein Rad b von 32 Zähnen greifen. Da nun der Schnekken der Uhr, welche 30 Stunden geht, einen Umgang innerhalb 6 Stunden macht, ſo wird dieſes Rad b einen Umgang in 24 Stunden machen: man befeſtige dieſes Rad b an ein Trieb von 4 Stäben, welches in das Rad C von 40 Zähnen greife, welches daher 10 Tage zu einem Umgang nöthig haben wird. Dieſes Rad C trage ein Trieb von

 4 Stä-

4 Stäben, welches in das Jahrrad von 146 Zähnen greife; dieſes Trieb muß gedrang angeſtekt ſeyn, und ein Hakenrad haben wie dasjenige für die Uhr zu 8 Tagen, um die Aequation auf den Tag zu ſtellen, wenn die Uhr angehalten worden. Das Trieb des Rades b ſey zwiſchen der Platte und einem kleinen Stege Fig 1.

Bei Aequationsuhren zu einem Monat laſſe ich das Jahrrad auf die nämliche Art führen, wie bei Uhren zu 8 Tagen, und da das Schnekkenrad 5 Tage zu einem Umgange braucht, ſo laſſe ich das kleine Rad, das ſeine Röhre trägt, unmittelbar in das Rad greifen, welches das auf das Trieb von 4 Stäben befeſtigte Hakenrad trägt, wo ich denn das Rad und Trieb, und den Kloben des Rades b Fig. 1 gar nicht nöthig habe. Taf. III. Fig. 10 und 11. iſt der Entwurf einer Aequationstaſchenuhr zu einem Monat. Fig. 10 ſtellt das Innere der Pfeilerplatte vor.

A iſt das Federhaus, B das Schnekkenrad, welches 72 Zähne hat: es greift in das Trieb 10, welches das große mittlere Rad C trägt; dieſes hat 60 Zähne, und greift in das Trieb von 6 Stäben am kleinen mittlern Rade D von 60 Zähnen; es greift in das Trieb von 6 Stäben am Kronrade E von 60 Zähnen, welches wieder in ein 6 ſtäbiges Trieb greift, und in der Mitte der Uhr ſteht; es trägt das Hemmungsrad F von 30 Zähnen. Da nun die Unruhe eine Vibration in einer Sekunde macht, ſo braucht das Rad F zu einem Umgange eine Minute Zeit, an deſſen verlängerten Welle der Sekundenzeiger angeſtekt wird: an die Welle des Kronrads E iſt ein Trieb von 10 Stäben gedrang angeſchoben, welches in das Vorlegewerk Fig. 5 geht; dieſes greift in das Minutenrad von 60 Zähnen, deſſen Einrichtung die nämliche iſt wie bei der Pendeluhr mit Sekunden (1. Th. Taf. III.) und bei der Sekundentaſchenuhr Taf. I. Wenn man die Umläufe dieſes Räderwerks berechnet, ſo findet man, daß während dem das Schnekkenrad einen Umgang macht, das Hemmungsrad F deren 7200 gemacht haben werde; und da dieſes in einer Minute einen Umgang macht, ſo hat das Schnekkenrad 7200 Minuten oder 5 Tage Zeit, um einen Umgang zu machen: die Röhre dieſes Rades geht in das Vorlegewerk (auf die nämliche Art wie bei der Uhr zu Tagen), welche dann gedrang das Rad a Taf. IX. Fig. 5 trägt. Dieſes Rad a hat 20 Zähne, welche in das Rad b greifen, das 40 Zähne hat: dieſes macht alſo in 10 Tagen einen Umgang; es befindet ſich an der Welle eines Triebs von 4 Stäben, eben ſo wie an der Uhr zu 8 Zagen: dieſes Trieb greift in das Jahrrad von 146 Zähnen. Das Vorlegewerk der Repetition auf einen Monat iſt von demjenigen zu 8 Tagen unterſchieden: a, b, c, d, e ſind die Räder des kleinen Räderwerks zum Schlagwerke, und haben die nämliche Anzahl von Zähnen wie bei der Repetition zu 30 Stunden.

Wollte man, daß eine Aequations-Taſchenuhr, die 8 Tage oder einen Monat geht, die Tage des Monats anzeige, ſo lege man zwiſchen die Zifferblattſcheibe und das große Zifferblatt einen Kreis, der in 31 Theile oder Zähne getheilt worden. Damit er nun jeden Tag um eine Eintheilung fortgeſtoßen werde, ſo bringe man einen Hebel an, deſſen

deſſen einer Arm von dem Hakenrade b in Bewegung geſezt werde, und deſſen andrer Arm den Tagkreis führe: auf der 6ten Stunde des großen Zifferblatts mache man eine Oefnung, wodurch man die Tage des Monats wird ſehen können.

XIV.

Von dem Verfahren die Krümmungen für Aequations-Pendel- und Taſchenuhren zu entwerfen. *)

I. Die Krümmung für eine Aequationspendeluhr zu entwerfen.

Um die Krümmung oder Ellipſe zu verzeichnen, lege man das Vorlegewerk für die Aequation vor, wie man Taf. V Fig. 1 (ſ. I. Theil) ſieht, gebe den Rädern ihren gehörigen Stand und Zeichen, befeſtige das Zifferblatt, lege das Jahrrad an ſeinen Ort, ſo wie die Ellipſe und den Hebel, welcher ſich darauf ſtüzzen ſoll, bohre ein Loch in dieſen Hebel, um 1) die Krümmung zu ziehen, 2) ein kreisförmiges Schneiderädchen oder eine Feile einzulegen, wie ich in der Folge angeben werde, und endlich die Rolle O zu tragen, um auf der Ellipſe aufzuliegen, wenn ſie beendiget worden iſt.

Der Berührungspunkt der Rolle O auf der Krümmung E muß ſo beſchaffen ſeyn, daß wenn man vom Mittelpunkte L des Hebels eine Linie zieht, die durch dieſen Punkt y gehe, und man von dieſem Berührungspunkte eine ſenkrechte Linie auf dieſe Linie errichtet, dieſe ſenkrechte Linie durch den Mittelpunkt der Ellipſe gehe, d. i. die Linie L y muß die Tangente der Krümmung auf den Punkt y ſeyn. Allein da der Hebel ſich dem Mittelpunkte der Ellipſe nach der Ungleichheit der Halbmeſſer dieſer Krümmung nähern oder davon entfernen muß, ſo ſieht man, daß es nur dieſer Punkt y der Krümmung iſt, wo die Linie y L ſenkrecht auf dem Halbmeſſer y s ſtehen werde: man muß alſo machen, daß dieſe Linie y L auf einem Punkte der Krümmung die Tangente werde, welcher das Mittel zwiſchen dem gröſten und kleinſten Halbmeſſer der Ellipſe ſey: vermöge dieſer Einrichtung wird man die Länge y L des Hebels beſtimmen, und die Krümmung wird dieſen Hebel unter dem geringſten Widerſtande führen. Alle Hebel oder Maſchinen, welche ſolchemnach durch die Tangente wirken, ſind der Bewegung am angemeſſenſten, ſo wie eben vermöge dieſes Punkts ein Hammer auf eine Glokke ſchlagen, die Zähne des Steigerads auf die Lappen des Haken wirken, die Schnekkenſchnauze von der Vorfallfeder angehalten werden, und die Ausheben des Schlagwerks die Aushebeſtifte anhalten ſollen u. ſ. f.

So lege man nunmehr die Zeiger der wahren und mittlern Zeit an ihren Ort, und ſtelle denjenigen für die wahre Zeit genau auf 60 Minuten, d. i. auf Mittag, weil nach den Aequationstafeln, die wir gegeben haben, ſie die Anzahl der Minuten und Sekunden anzeigen, die der Zeiger der mittlern Zeit bemerken ſoll, wenn es nach der Sonne Mittag iſt;

M 3 der

*) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. Vol. I. p. 102.

der Zeiger der wahren Zeit wird alſo unbeweglich bleiben, während daß man den Zeiger der mittlern Zeit um die von den Aequationstafeln angezeigte Größe folgen läßt.

Man führe das Jahrrad ſolchergeſtalt, daß der erſte Januar unter dem Zeiger ſtehe: man ſehe ſodann in der Aequationstafel *) nach der Größe, um welche die mittlere Zeit vom Mittage der Sonne den erſten Januar abweicht; führt man nun den Zeiger der mittlern Zeit auf die Anzahl von Minuten und Sekunden, die von der Tafel angegeben werden, ſo nehme man den Bohr, womit man das Loch in den Hebel oder Rechen gebohrt hat, und bemerke einen Punkt auf der Platte, welche zur Krümmung beſtimmt worden. Iſt dies geſchehen, ſo laſſe man vier Eintheilungen des Jahrrads vorbei gehen, welche vier Tagen entſprechen; dies wird den 5. Januar geben: man ſehe in der Aequationstafel auf dieſen Tag, und führe den Zeiger der mittlern Zeit auf die Anzahl, welche in der Tafel angegeben worden, und bemerke, ſo wie den erſten Januar, einen Punkt auf der Platte, führe das Jahrrad um fünf Eintheilungen weiter, und mache ſo von fünf zu fünf Tagen Merkmale auf die Platte E, bis das Jahrrad eine völlige Revolution gemacht hat: die von dem Bohre bemerkten Punkte beſtimmen daher die Figur der Krümmung: es iſt alſo nichts mehr übrig als ſie zu ſchneiden, welches am beſten geſchieht, wenn man bei jedem Punkte ein Loch bohrt, und dann mit einer kleinen Säge dieſe Krümmung abſchneidet, doch ſo, daß man ſo viel ſtehen laſſe, um ſie ſodann mit der Feile zu vollenden.

Eine ſolchergeſtalt gemachte Krümmung, als ich hier angegeben, würde immer ſehr genau ſeyn. Indeſſen um ihr noch einen größern Grad von Vollkommenheit zu geben, muß man ſie mit einem Einſchneiderädchen oder mit einer kreisförmigen Feile von ohngefähr drei Linien im Durchmeſſer abgleichen; dieſes Einſchneiderädchen hat zwei Zapfen, wovon einer in dem Loche liegt, welcher gedient hat, die Krümmung zu bemerken, der andre aber in einem kleinen Kloben Q, der auf den Rechen befeſtiget wird.

Iſt nun das Einſchneiderädchen ſolchergeſtalt eingelegt, und eine Rolle angeſteckt worden, ſo ſchlage man darum die Saite eines Drehbogens, um das Einſchneiderädchen zu drehen, und ſo auf dieſe Art den Ueberreſt von Materie wegzunehmen, deren noch an gewiſſen Stellen der Krümmung zu viel ſeyn dürfte. In dieſer Abſicht ſehe man, um wie viel der Zeiger der mittlern Zeit von dem Mittage der Sonne für jeden gegebenen Tag abweichen muß; allein man muß bemerken, ehe man etwas von der Krümmung abfeilt, daß der Durchmeſſer des Einſchneiderädchens, das ich zu drei Linien angenommen habe, den Rechen um $1\frac{1}{2}$ Linie von der Krümmung weiter entfernt, als unter der ſie entworfen worden; dieſes wird denn nothwendig die Lage des Zeigers der mittlern Zeit abändern: um nun dieſem Zeiger den Ort wieder zu geben, den die Aequationstafel beſtimmt, ſo müßte man um die ganze Krümmung herum ſoviel wegnehmen, als die Größe des

*) Man findet dieſe Aequations-Tafeln im I. Theile für 4 Jahre, wo man ſich hiezu der dritten Tafel bedienen kann, weil dieſe gewiſſermaßen das Mittel zwiſchen dieſen Jahren hält.

des Halbmeſſers des Einſchneiderädchens beträgt, welches eine unnüzze und verdrüßliche Arbeit wäre, und wodurch die Krümmung kleiner werden würde, als ſie eigentlich ſeyn ſollte. Um dieſer Schwierigkeit auszuweichen, laſſe ich den Hebel aus zwei Theilen R und L machen. Der Theil L, welcher wirkt, und auf der Krümmung ruht, kann abgeſondert von dem Theile R des Rechen eine Bewegung erhalten, ſolchergeſtalt, daß er dem Theile, welcher die Krümmung berührt, genähert oder entfernt werden kann, bis daß er auf dieſe Krümmung aufſizt in dem Punkte, wo ſie am tiefſten geſchnitten, und wo der Zeiger die Aequation angiebt, die dieſem Tage entſpricht; hat man nun dieſe beiden Theile R und L des Rechen mit einander befeſtiget, ſo nimmt man nunmehr von 5 zu 5 Tagen die Theile der Krümmung weg, wo ſich noch zu viel Materie befindet, und feilt darnach die Zwiſchenräume, nachdem eine Revolution geſchehen; endlich kann man auch noch nachher jeden Tag damit durchgehen, und ſie ſo abgleichen, daß der Zeiger aufs genaueſte die Aequation bemerkt; nunmehr iſt blos noch übrig, anſtatt des Einſchneiderädchens, eine Rolle O von gleichem Durchmeſſer einzulegen; welche ſich in den nämlichen Löchern bewegt, und auf der Ellipſe aufliegt.

Statt der Rolle ziehe ich indeſſen einen ſtählernen gehärteten und an den Rechen befeſtigten Stift vor, da erſtere leicht zu viel Spielraum erhalten kann, und vermöge ihres Umdrehens zu Veränderungen Gelegenheit giebt. Uebrigens wird dadurch blos das Werk vervielfacht, wenn man dadurch die Anreibung vermindern will, beſonders da ſie weiter zu keinem Irrthum Gelegenheit giebt.

Um eine Krümmung mit aller Genauigkeit zu entwerfen, iſt es nicht hinreichend, blos nach dem Augenmaße jede Theilung der Minuten des Zifferblatts in Theile zu theilen, die man zu 30, 15, 10, 5 u. ſ. f. Sekunden annimmt, ſondern man muß ſie wirklich mit dem Zirkel nehmen, ſo daß jede Minute in 12 oder in 15 Theile getheilt ſey, wenn man will, daß die Ellipſe auf 4 Sekunden gewiß entworfen werde.

Ein Verfahren, was ich mit Vortheil anwende, um aufs genaueſte die Krümmungen der Aequation zu bemerken, iſt, daß ich in das Loch am Rechen einen gehärteten ſtählernen und gehörig rund abgedrehten Stift einſchlage: hat man nun den Zeiger auf die Aequation geſtellt, ſo ſchlage ich mit einem Hammer auf dieſen Stift, und bemerke ſolchergeſtalt auf der Platte ſehr genau und beſſer als mit einem Bohre dieſen Punkt.

Durch dieſe Punkte bohre ich denn, nachdem auf dieſe Art die Krümmung ganz entworfen worden, Löcher, die genau von der Größe des Stifts ſind, welcher auf der Ellipſe ruhen ſoll; vermöge dieſer Vorſicht und Genauigkeit, die man anwendet, um die Punkte auf der Platte zu bemerken, wird man die Ellipſe auf das genaueſte beſtimmen, ohne daß man nachher nöthig haben wird, ſie nochmals abzugleichen, ſo wie auch dieſes Verfahren geſchwinder und noch vorzüglicher iſt, da man hiebei keines Bohrs oder Einſchneiderädchens bedarf.

II. Von

II. Von dem Verfahren, die Krümmungen für Aequations-Taſchenuhren und Pendeluhren mit beweglichen Zifferblättern zu entwerfen.

Man ſezze auf die Zifferblattſcheibe alle Theile zuſammen, welche zur Aequation gehören, nämlich das Jahrrad, die elliptiſche Scheibe, (welche auf dem Rade vermittelſt zweier Stifte befeſtiget werden muß) den Rechen, in welchen man ein Loch gebohrt hat, ehe er noch gehärtet worden, und das Trieb A Taf. IX. Fig. 3; man bezeichne den Stand des Triebs und Rechens gegen einander, und ſezze auf die Röhre des Triebs A die Platte, welche das kleine Zifferblatt trägt.

Das kleine Zifferblatt lege man auf die Platte F Fig. 14. und mache ſodann einen falſchen Zeiger G mit einer Röhre, deren äußere Seite gedrang in das Loch des Triebs A gehe. Dieſer Zeiger hat zwei Enden, das eine von der Länge um auf die Eintheilungen des kleinen Zifferblatts zu reichen, der andre aber bis auf diejenigen des großen. Wenn man das große Zifferblatt aufgelegt hat, ſo lege man auch die Röhre des falſchen Zeigers gedrang in die Röhre A.

Dieſen falſchen Zeiger lege man abgeſondert von dem Triebe, ſo daß, indem man das Loch auf den Rechen an das Ende der Platte führt, auf welcher die Ellipſe entworfen werden ſoll, das große Ende des falſchen Zeigers gegen 16 oder 17 Minuten des großen Zifferblatts mittlerer Zeit liege; und daß indem man den Rechen nahe zum Mittelpunkt zurükführt, der Zeiger bis auf 42 oder 43 Minuten zurükgehe; dies beſtimmt ohngefähr den Raum, welchen das Zifferblatt der wahren Zeit durchlaufen ſoll: bei dieſer Operation müſſen die 60 Minuten des kleinen Zifferblatts ſtets unter das kleine Ende des Zeigers zurükgeführt werden. Obſchon eigentlich dieſes Zifferblatt zur Zeit ſelbſt nicht nöthig iſt, wenn man die Krümmung zieht, ſo hilft es doch, um alles deutlicher zu machen.

Wir merken hier noch an, daß, wenn man eine Aequationsuhr bauet, man darauf Rükſicht nehmen müſſe, die Größe der Platte der Ellipſe der Größe des Triebs verhältnißmäßig zu machen, und umgekehrt; dies iſt auch ſehr leicht: denn da dieſes Trieb etwas mehr als einen halben Umgang machen ſoll, ſo muß die Hälfte ſeines Umfanges dem Wege gleich ſeyn, welchen das Ende des Rechens von dem Ende der Platte, welche die Ellipſe beſtimmen ſoll, bis zu einer Entfernung vom Mittelpunkte machen kann, die derjenigen gleich ſey, als wir in der Zeichnung angegeben haben.

Endlich um zu finden, welche Anzahl von Zähnen man dem Rechen geben ſolle, damit deſſen Eingriff mit dem Triebe vollkommen ſey, nehme man zum Grundſazze an, daß um zwei Räder von ungleicher Größe gehörig eingreifen zu laſſen, die Anzahl ihrer Zähne unter ſich ſey, wie ihre Umkreiſe. Nun ſind die Umkreiſe unter ſich wie die Halbmeſſer und Durchmeſſer; kennt man nun in dieſem Falle den Durchmeſſer oder Halbmeſſer des Triebs und des Rechens, ſo wird man leicht

die

die Zahl finden, aus der man den Rechen ſchneiden muß: man nehme an, man wolle ein Trieb von 3 Linien im Durchmeſſer und 16 Zähnen haben, und der Rechen, in den es eingreifen ſoll, habe 7 Linien zum Halbmeſſer; man bringe beide Halbmeſſer auf Zwölftheile von Linien; der Halbmeſſer des Triebs iſt $1\frac{1}{2}$ Linie $= \frac{18}{12}$, und der Halbmeſſer des Rechens $\frac{84}{12}$; man mache daher das Verhältniß $18:84 = 16:x$; multiplicirt man 84 mit 16, und dividirt das Produkt durch 18, ſo erhält man 74, welches die Zahl ſeyn wird, nach welcher man den Rechen einſchneiden muß. Indeſſen bemerke man hiebei, daß wenn das Trieb führt, man den Rechen aus einer größern Zahl ſchneiden müſſe, ohngefähr um zwei Zähne mehr; hingegen aber muß man, wenn der Rechen das Trieb führt, wie in dieſem Falle, ihn aus einer kleinern Zahl ſchneiden, z. B. aus 72.

Um auf das Verfahren ſelbſt zu kommen, die Ellipſe zu entwerfen, laſſe man, nachdem man nach der angegebenen Vorſchrift die Maſchine gehörig zubereitet, das Jahrrad ſo wie es Fig. 6 graduirt worden, vorgehen, daß der erſte Januar unter dem Zeiger der Zifferblattſcheibe zu ſtehen komme: man ſehe dann in der Aequationstafel, um wieviel die mittlere Zeit vom Mittage der Sonne für dieſen Tag verſchieden ſey; man findet in der dritten Tafel, daß wenn es an der Sonne Mittag iſt, der Zeiger der mittlern Zeit 4 Minuten 13 Sekunden zeigen müſſe; ſo führe man nun den falſchen Zeiger, (deſſen Bewegung das Trieb und den Rechen mit ſich führt) auf 4 Minuten 13 Sekunden des großen Zifferblatts; man bemerke mit einem Bohr, welcher genau in das Loch am Rechen geht, einen Punkt auf der Platte der Ellipſe, welches der Punkt iſt, wo der Rechen aufliegen ſoll, damit der Zeiger der mittlern Zeit *) 4 Minuten 13 Sekunden weiſe, wenn es nach der Sonne Mittag iſt. Auf dieſen Punkt verwende man alle Aufmerkſamkeit, und ſo daß der Zeiger nicht von 4 Minuten 13 Sekunden abweiche, folglich der Rechen unbeweglich ſtehen bleibe.

Um den Rechen zu befeſtigen, und folglich um die Krümmung mit aller Genauigkeit anzumerken, muß man auf der Zifferblattſcheibe das Führungszifferblatt F gedrange gehen laſſen, damit es ſich nicht wenden kann, während dem man die Ellipſe verzeichnet; nachher giebt man dem Führungszifferblatte die gehörige Freiheit.

Dieſe Anreibung der Platte F Fig. 14. an die Zifferblattſcheibe erleichtert ganz beſonders die Entwerfung der Krümmung; denn während dem daß man die Punkte mit dem Bohre anzeigt, iſt man verſichert, daß der falſche Zeiger ſich nicht verrükt haben werde; dieſe Anreibung muß daher zwar etwas ſtark ſeyn, doch muß man aber auch dahin ſehen, daß

*) Das große Ende des falſchen Zeigers ſtellt hier den Zeiger der mittlern Zeit vor: führt man alſo dieſen falſchen Zeiger nach dem, wie die Aequationstafel angiebt, ſo dient er, um die Punkte der Krümmung zu finden und anzuzeigen, worauf der Rechen ſich ſtüzzen ſoll, um das Zifferblatt der wahren Zeit zu führen, ſo daß dadurch die Veränderungen der Sonne bemerkt werden.

daß wenn der Widerſtand zu heftig iſt, die Röhre des falſchen Zeigers ſich nicht abgeſondert vom Triebe bewegen könne; denn in dieſem Falle würde die Krümmung fehlerhaft werden, weil der erſte Punkt, den man auf der Krümmung bemerkt hätte, ſich nicht mehr (nach der völligen Revolution der Krümmung) unter dem Loche des Rechens befinden würde, d. i. die Krümmung würde unregelmäßig werden, und nicht genau wieder auf den erſten Punkt zurük kommen. Um dieſen Fehler zu vermeiden, muß man den falſchen Zeiger G mit einer Schraube auf der Platte F des kleinen Zifferblatts befeſtigen, ſo daß man ſicher ſeyn kann, daß der Zeiger die Platte mit ſich fortführe; da dieſer nun auf dem Triebe A feſt ſizt, ſo wird auch das Trieb vermittelſt des falſchen Zeigers mit fortgeführt. Um dieſen Theilen gegen einander noch mehr Feſtigkeit zu geben, laſſe man durch das Loch des Triebs A einen Stift H gehen, deſſen Ende eine Schraube habe, um eine Schraubenmutter i vorzulegen, wodurch denn der falſche Zeiger angedrükt wird, indeß der Anſaz des Stifts H gegen das Trieb A aufzuſizzen kommt. So kann man denn unter dieſer Vorſicht verſichert ſeyn, daß die Krümmung ſo genau werden wird, als man nur wünſchen kann; auch muß ſich das Jahrrad gedrang bewegen, während dem man die Krümmung verzeichnet, damit es von dem Bohre nicht ausweiche. Der falſche Zeiger G und der Stift H ſind alſo die Inſtrumente, deren man ſich jedesmal bedient, wenn man ähnliche Krümmungen entwerfen will.

Man führe nunmehr das Jahrrad bis zum 5 Januar, ſehe nach der Aequation dieſes Tags, welche 6 Minuten 3 Sekunden iſt, um welche die mittlere Zeit vorgeht, führe ſodann den falſchen Zeiger auf 6 Minuten, 3 Sekunden des großen Zifferblatts, bemerke mit dem Bohre einen Punkt auf der Platte, und fahre ſo fort Punkte anzudeuten, indem man den falſchen Zeiger nach dem, was die Tafel anzeigt, fortführt, bis das Rad, und folglich die Ellipſe, eine ganze Revolution gemacht haben.

Iſt nun die Platte ſolchergeſtalt verzeichnet, ſo bohre man durch jeden dieſer Punkte Löcher mit einem Bohre, der etwas größer iſt als das Loch auf dem Rechen, wegen der kleinen ſtählernen Rolle, die man an dem Rechen befeſtiget, und die von der Stärke ſeyn muß, wie dieſer Bohr, wobei man zugleich noch einen kleinen Anſchlag übrig haben wird, um ſie mit dem Rechen zu befeſtigen, worauf die Vernietung geſchehen ſoll: dieſer Stift, den ich hier eine Rolle nenne, macht wirklich eine Art davon, denn außerdem iſt es eine Art Anſezſchraube mit einem kleinen Kopfe, wie man Fig. 11 ſieht.

Hat man nun die Ellipſe gebohrt, ſo feile man ſie bis zu dieſen Löchern, wobei man aber alle Sorgfalt anwenden muß, da man hier keine ſolche Abgleichung vornehmen kann, wie bey Pendeluhren vermittelſt eines Einſchneiderädchens geſchieht. Um dieſer Schwierigkeit zuvorzukommen, bemerke man genau die Punkte, feile die Krümmung mit aller Sorgfalt ab, und mache den Boden der Rolle, die darauf zu liegen kommt, von der nämlichen Größe, wie diejenige des Bohrs, womit man die Löcher gebohrt hat.

Man feile die Krümmung unterhalb wie Fig. 8, ſo daß der Kopf des Stifts des Rechens darinne liegen könne, ohne ſich davon zu entfernen, welches leicht der Fall wäre, da dieſe Theile ſehr ſchwach ſind.

Der Rechen kann niemals außer den Eingrif des Triebs fallen, denn ich gebe ihm eine ſolche Einrichtung, daß er als Feder wirkt, und ſich auf die Ellipſe ſtüzt; auch dient hiezu noch der Anſchlag des Stundenrades.

Nachdem nun die Ellipſe geſchnitten, und der Stift auf dem Rechen befeſtiget worden, ſo wiederhohle man alles aufs neue mit dem kleinen Zifferblatte, dem falſchen Zeiger u. ſ. f. wie das erſtemal. Man führe den 15 Junius unter den Zeiger; und da an dieſem Tage die wahre und mittlere Zeit (um 4 Sekunden beinahe) einerlei ſind, ſo drehe man das kleine Zifferblatt ſolchergeſtalt, daß 60 gerade gegen über dem Mittage des großen Zifferblatts ſtehe; man ſtelle den falſchen Zeiger auf 60 des einen und des andern Zifferblatts; und nachdem man das Jahrrad einen Umgang machen laſſen, ſo ſehe man ob bei allen übrigen Tagen der falſche Zeiger genau die Aequation des Tages bemerkt, wie ſie in der Tafel angegeben iſt; iſt dieſes, ſo mache man an der Röhre der Platte mit dem obern Ende des Triebs der wahren Zeit ein Merkmal, wo aber nicht, ſo bemerke man die Punkte, wo zu viel Materie iſt, und feile und gleiche die Ellipſe darnach ab; unter dieſer Vorſicht wird man eine genaue richtige Ellipſe erhalten, beſonders wenn man zugleich darauf Rükſicht nimmt, daß der Eingrif des Triebs mit dem Rechen genau und ohne Spielraum ſei.

Dieſe Aeqnation iſt ſehr einfach und dauerhaft; ſie nimmt wenig Raum ein, und beläſtiget keine Taſchenuhr, weil die ganze Kraft, die ſie zur Bewegung anwenden darf, ſich blos darauf bezieht, um dieſen Rade in einem Jahre einen Umgang zu geben, und blos die Feder zu überwinden hat, die auf den Rechen wirkt.

In Rükſicht der Anbringung der Minutenzeiger bei Aequations=Taſchenuhren mit Sekunden und Repetition kann dies nicht viereckig geſchehen, weil die Röhre zu ſchwach iſt; dies zu erſezzen, ſtekke ich den Minutenzeiger ſehr feſt an das Ende dieſer Röhre, und laſſe dieſen Zeiger drehen, bis er den Stern der Repetition genau trifft; ſo bohre ich denn durch die Röhre und den Zeiger, nehme den Zeiger ab, und mache einen kleinen Spalt in die Röhre, worauf ich einen ſtählernen Stift einlege, und ſo beide mit einander befeſtige.

XV.

Beſchreibung eines kleinen Zifferblatts, deſſen man ſich bedienen kann, um von der Uhr die wahre Zeit anzeigen zu laſſen. *)

Ich entlehne hier noch ein Verfahren, die wahre Zeit auf eine ſehr einfache Art anzeigen zu laſſen, welches beſonders bei Uhren der Fall iſt, die man täglich aufzieht.

 Man

*) Traité ſur l'horlog. p. M. le Paute. p. 128.

Man nehme an, daß über dem Theile, welcher die Feder des Aufhängens hält, oder wo die Pfanne und Nuß liegt, die Stange in eine Schraube b (Taf. V. Fig. 9) ſich endige, von einer Schraubenmutter B gehalten werde, und ſo durch Wendung dieſer Schraubenmutter das Pendulum verlängern oder verkürzen könne.

Unter dieſe Schraubenmutter B lege man nun ein Zifferblatt X x, und gebe der Schraubenmutter einen Zeiger y, welcher anzeige, um wieviel die Länge des Pendulum an jedem Tage des Jahrs verſchieden ſei, um die Bewegung der Sonne zu erhalten.

Dieſes Zifferblatt iſt Taf. V. Fig. 11. vorgeſtellt, und in 50 Theile getheilt, zu deren Seite man außerhalb die Anzahl der Sekunden geſtochen, um welche die wahre Zeit täglich von der mittlern Zeit abweicht; z. B. zu Ende des Decembers verweilt die wahre Zeit jeden Tag um 30 Sekunden gegen die mittlere Zeit, das Pendulum muß daher zu dieſer Zeit länger ſeyn, als das Pendulum der mittlern Zeit; den 15 September hingegen geht die wahre Zeit um 21 Sekunden vor, wo denn das Pendulum um eine halbe Linie kürzer ſeyn muß, als zu Ende des Decembers.

Man kann die Einrichtung ſolchergeſtalt machen, daß ein Umgang der Schraube das Pendulum um $\frac{1}{2}$ Linie hebe, wenn man der Schraube auf einen Zoll 24 Gänge giebt, wenn man nun den 25 December einen Zeiger auf der Schraube auf den Punkt ſezt, der auf dem Zifferblatte angegeben worden, ſo wird man den Zeiger einen ganzen Umgang machen laſſen, ſo daß er den 15. September wieder auf den nämlichen Punkt zurük kommt.

Da es 4 Tage im Jahre giebt, wo der Gang der wahren Zeit mit dem Gange der mittlern Zeit gleich iſt, wie man da ſieht, wo eine Null geſtochen worden, ſo iſt dies der Punkt, wo der Zeiger ſtehen muß, wenn das Pendulum genau die Länge des Pendulum für die mittlere Zeit hat; folgende Tage beobachte man die Ordnung der Ziffern der Tage, die angegeben worden.

Man ſieht leicht, daß die Punkte, wo man Sternchen geſtochen, anzeigen, wo man verweilen und zurükgehen muß; z. B. wenn der Zeiger zum 15. September gekommen, ſo ſtößt er auf ein Sternchen, welches anzeigt, daß er zum 8. Oktober zurükgehen muß, ohne über das Sternchen zu gehen. *).

III. Me-

*) Man hat zur Bemerkung der Aequation der Zeit noch verſchiedene andre Erfindungen gemacht. So gehört hieher derjenige des Herrn Leutmann, die er im II. Theile ſeiner vollſtändigen Nachricht von Uhren S. 38 u. f. beſchreibt. Hiebei iſt eigentlich kein Mechanismus; ſondern die Abweichung iſt auf dem Stunden- und Minutenzeiger verzeichnet, welchen Entwurf man auf die Minuten des Zifferblatts überträgt.

III.

Mechaniſche Hülfswerkzeuge des Uhrmachers.

I.

Die Theilungsmaſchine.

Die Theilungsmaſchine, oder die ſogenannte Theilſcheibe iſt ein Inſtrument, vermöge deſſen man die Räder in ſo viel Zähne eintheilt und zugleich unmittelbar einſchneidet, als man zu ſeiner Abſicht nöthig hat. Die Vortheile, die dieſes Inſtrument leiſtet, ſind jedem Uhrmacher mehr als zu bekannt, ſo wie der Fleiß, den man auf deſſen Bau verwendet, nicht genau genug ſeyn kann. Ich liefere hier die Beſchreibung einer der vollkommenſten Theilungsmaſchinen, ſo wie ſie nach der erſten Erfindung des Herrn Taillemard von Herrn Hülot, ſeinem Schüler, verbeſſert worden iſt. *)

Die Hauptheile dieſes Inſtruments (Tab. VI. Fig. 3) ſind die eingetheilte Scheibe P, das Schneideradchen d, wodurch die Zähne eingeſchnitten werden, und der Führer S, vermittelſt welchen auf der eingetheilten Scheibe das aufgeſezte Rad eingetheilt wird.

Die eingetheilte Scheibe iſt eine große runde Platte, auf welcher verſchiedene konzentriſche Kreiſe gezogen ſind, die man in eine verſchiedene Anzahl von Theilen eingetheilt hat, als bei Taſchen- und Pendeluhren am häufigſten vorkommen. **) Jede dieſer Eintheilun-

gen

*) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. T. I. p. 23.

**) Die Eintheilnng einer ſolchen Scheibe erfordert eine beinahe eben ſo ſtrenge Genauigkeit, als nur immer bei aſtronomiſchen Inſtrumenten, als Quadranten u. d. nöthig iſt. Eine gehörige Ueberſicht ähnlicher Bemühungen habe ich in meiner Abhandlung über die Bemühungen der Gelehrten und Künſtler, aſtronomiſche Inſtrumente zu theilen, Dresden 1792. 8. weitläuftiger auseinander geſetzt, worauf ich mich hier beziehe. Man weiß die Bemühungen, beſonders diejenigen der Engländer in Rükſicht ähnlicher Schärfe der Eintheilung für aſtronomiſche Inſtrumente von Tycho de Brache an, bis auf gegenwärtige Zeiten, in welcher Rükſicht die Namen eben dieſes großen Beförderers und Wiederherſtellers der Aſtronomie, eines Tompions unter der Direktion des berühmten Aſtronomen Flamſtead, eines Sharps, Römers, und beſonders Birds, Ramsdens u. a. m. ſtets unvergeſſen bleiben werden. Ein andres ebenfalls ſehr ſinnreiches Verfahren iſt dasjenige des Herrn Heinrich Hindley, wovon ich bereits das Weſentliche in dem Mag. für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte geliefert hatte, das eigentliche Verfahren aber in erwähnter Abhandlung weitläufiger beſchrieben habe. Außerdem wird Künſtlern in Rükſicht der Eintheilung das von Herrn Halle aus dem Franzöſiſchen des Herrn Duc de Chaulnes überſezte Werkchen nicht unbekannt ſeyn: Neue Art, mathematiſche und aſtronomiſche Inſtrumente abzutheilen. Berl. 4. 1788.

Die allgemein brauchbarſten Zahlen für die Eintheilungen auf einer gewöhnlichen Theilſcheibe zum Einſchneiden der Räder u. ſ. f. ſind nach Herrn Berthoud folgende:

720

gen iſt ſo tief punktirt, als es nöthig iſt, daß die Spizze des Führers So feſt in demſelben inne liege, und die Theilſcheibe in unverrükbarem Stande bleibe. Befeſtiget man nunmehr konzentriſch mit der Theilſcheibe ein Rad R, ſezt die Spizze des Führers nach und nach in alle Punkte der Eintheilungen eines Kreiſes, die man zu ſeinem Entzwekke nöthig hat, und macht bei jedem Punkte vermittelſt des Einſchneiderädchens einen Einſchnitt in das Rad, ſo erhält man daſſelbe von eben ſo viel Zähnen, als man auf irgend einem Kreiſe Eintheilungen genommen hat. Es ſoll z. B. das Rad R in 60 Theile oder Zähne geſchnitten werden, ſo laſſe man, nachdem man daſſelbe an die Welle der Theilſcheibe vermittelſt des Auf=

ſazzes

720 für die ganzen und halben Grade eines Zirkels. Dieſe Zahl enthält 2mal 360, 3mal 240, 4mal 180, 6mal 120, 8mal 90 u. ſ. w.
366 für Jahrräder eines Schaltjahrs; ſie enthält 2mal 183, 6mal 61.
365 für Jahrräder von 365 Tagen; enthält 5mal 73.
350 enthält 2mal 175, 5mal 70 u. ſ. f.
300 = 2 — 150, 4 — 75
192
146 für Jahrräder an Taſchenuhren, um dieſe Räder zu graduiren, bedient man ſich der Zahl 365.
144 enthält 2mal 72, 4mal 36 u. ſ. f.
140 — 2 — 70, 4, 35
128
126 enthält 2mal 63, 3mal 42 u. ſ. f.
120 — 2 — 60, 4 — 30
116 — 2 — 58, 4 — 29
112 — 2 — 56, 4 — 28
110 — 2 — 55,
108 — 2 — 54, 4 — 27
104 — 2 — 52, 4 — 26
100 — 2 — 50, 4 — 25
98 — 2 — 49
96 — 2 — 48, 4 — 24
94 — 2 — 47
92 — 2 — 46, 4 — 23
88 — 2 — 44, 4 — 22
86 — 2 — 43
84 — 2 — 42, 4 — 21
83 Dieſe Zahl, ſo wie 69 und 50 dienen zur genaueſten jährlichen Revolution.
82 — 2 — 41
80 — 2 — 40, 4 — 20
78 — 2 — 39, 3 — 26
76 — 2 — 38,
74 — 2 — 37
69
68 — 2 — 34
66 — 2 — 33
64 — 2 — 32
62 — 2 — 31
60 — 2 — 30
59

ſazzes e u befeſtiget, die Spizze p des Führers in alle Punkte der Eintheilung des Kreiſes 60 fallen, und mache vermittelſt des Schneiderädchens d und der Kurbel m Einſchnitte in das Rad, hebe die Spizze p weiter fort auf die nächſte Eintheilung, wobei das Rad mit der Theilſcheibe ebenfalls fortgerükt wird, mache hier einen zweiten Einſchnitt in das Rad u. ſ. f. bis zur lezten Eintheilung, ſo wird auf dieſe Art das Rad in ſo viele Zähne geſchnitten worden ſeyn, als der Zirkel Eintheilungen hat, in welche man nach und nach die Spizze des Führers hat fallen laſſen.

Die eingetheilte Scheibe PP iſt an der Welle OF befeſtiget, welche ſich frei innerhalb dem Geſtelle ABCDE bewegt. Dieſe Welle iſt ihrer Länge nach durchbohrt, um einen der Aufſäzze (Fig. 4, 5) einzulegen, den man denn mit der Welle OF vermittelſt eines Schiebers c (Fig. 3) quer durch die Welle O in den Oefnungen f der Aufſäzze befeſtiget, und welchen man hierauf mit der Schraube x in der Welle O ſo anzieht, daß vermittelſt deſſelben der kegelförmige Anſaz des Aufſazzes in der kegelförmigen Vertiefung am obern Theile F der Welle OF inne liege, auf welche Art denn die Aufſäzze vollkommen feſt, und konzentriſch mit der Welle O der Theilſcheibe P verbunden ſind. *)

Eben dieſe Aufſäzze dienen zugleich die Räder mit der Theilſcheibe zu befeſtigen, deren man aber je nach der Größe der Räder verſchiedene ſtets vorräthig haben muß; ſo iſt z. B. an dem verlängerten Ende des Aufſazzes, welcher ſich an der Theilungsmaſchine befindet, eine Schraube angeſchnitten, wovon die Schraubenmutter e auf die Unterlage u geſchraubt wird. Der Aufſaz muß immer eine etwas kleinere Fläche, ohngefähr um die Länge des Zahns, als das Rad haben. Vermittelſt dieſer Schraubenmutter e wird das Rad R mit dem Aufſaz verbunden. Solcher Aufſäzze bedient man ſich beſonders zu Rädern für Pendeluhren.

Zu Rädern für Taſchenuhren gebraucht man andre Aufſäzze wie Fig. 4; nachdem man ihn mit der Welle O befeſtiget, ſo ſtekt man an den Zapfen m gedrang das Rad, welches man einſchneiden will, ſo daß es auf die Grundfläche a aufzuſizzen komme. Auf dieſes

*) Dieſe Art der Befeſtigung der Aufſäzze, wie ſie faſt bei allen Franzöſiſchen Theilungsmaſchinen gebräuchlich ſind, hat in der Ausführung immer viel ſchweres, und wird vielleicht mit der Zeit bei der beſten Bearbeitung wandelbar. Ungleich beſſer, leichter und dauerhafter ſcheint mir immer die Art zu ſeyn, wie Herr Praſſe in Zittau ſie bei ſeiner Theilungsmaſchine angebracht. Die Welle der Theilſcheibe iſt durchaus koniſch durchbohrt, wornach auch der Aufſaz eine eben ſolche koniſche Geſtalt hat, oder doch wenigſtens zu Vermeidung zu ſtarker Anreibung ober und unterwärts dicht anſchließt. Unterwärts hat der Anſaz eine Schraube, um ihn auf dieſe Art genau konzentriſch mit der Welle vermittelſt einer Schraubenmutter daran zu befeſtigen. Der obere Theil des Anſazzes iſt wie oben. Auf dieſe Art erſpart man ſich die Löcher in der Welle und in den Aufſäzzen, die wenn ſie nicht genau ſchließen, zu beträchtlichen Fehlern Gelegenheit geben können, aber hier auf jeden Fäll vermieden werden, beſonders weil, wie es nöthig iſt, daß Welle und Anſaz genau abgedreht ſind, der Zug der Schraubenmutter längſt der Axe der Welle und nicht wie oben ſeitwärts wirkt.

dieſes Rad ſezt man ſodann die Grundfläche des kleinen Kegels C, (Fig. 8) und läßt darauf den Hebel L l ſo einfallen, daß deſſen Spizze l in das Loch c oben auf den Kegel aufſizze; man ſchraubt ſodann die Schraube G herab, und läßt ſie ſtark auf den Hebel L l drükken, auf welche Art denn das Rad auf den Aufſaz zugleich angedrükt, und damit befeſtiget wird.

Der Aufſaz P (Fig. 9) dient zu Einſchneidung ſolcher Räder, welche an ihren Wellen bereits befeſtiget ſind, daher denn ein ſolcher Aufſaz hohl ſeyn muß, um die Wellen der Räder, welche man einſchneiden will, durchſtekken zu können. Eigentlich ſchneidet man keine an ihre Wellen bereits befeſtigte Räder als etwa Steigeräder u. d. gl. ein. Man befeſtiget dieſe Räder an den Aufſaz (Fig. 9) vermittelſt eines Plättchens p und vier Schrauben, welche das Rad an die Fläche P des Aufſazzes feſt andrükken, nachdem man es vorher genau im Mittelpunkt des Aufſezzers gerichtet hat. Wir werden weiter unten ein Mittel anzeigen, leicht und mit der ſchärfſten Genauigkeit, Räder, die bereits an ihren Wellen feſt ſind, zu zentriren.

Der Führer S iſt an deſſen einem Ende, das bis Z reicht, an den Anſaz Q, zwiſchen den beiden Blättern E D befeſtiget. Hier hat der Führer ſeine Bewegung, ſo daß er ſich dem Mittelpunkte der Theilſcheibe P nähern oder davon entfernen kann, um daß deſſen Spizze p in die verſchiedenen Eintheilungen der Kreiſe einfallen könne. Dieſer Führer wirkt gleich einer Feder, um daß deſſen Spizze p gegen die vertieften Eintheilungen preſſe, und die Theilſcheibe ſich nicht bewegen könne, ohne dieſe Spizze ſelbſt aufzuheben. Dieſe Spizze wird in den Führer eingeſchraubt, ſolchergeſtalt, daß auch auf dieſe Art zugleich die Federkraft des Führers durch Herauf- oder Herabſchrauben derſelben vermehrt oder vermindert werden könne. Der Schieber M M liegt genau um die Fläche E I des Geſtelles; er trägt den Rahmen H, welcher (Fig. 11) beſonders perſpektiviſch gezeichnet iſt. Die Spizzen der Schrauben a und b werden in die kegelförmigen Löcher an dem Seitenrahmen N eingelegt.

Dieſe Bewegung des Schiebers M M und des Seitenrahmen N N längſt der Fläche dient das Einſchneiderädchen d dem Rade zu nähern, oder davon zu entfernen, je nachdem es für die verſchiedenen Größen der Räder, die man einſchneiden will, nöthig iſt. Dieſe Bewegung wird vermittelſt der Kurbel K bewirkt, welche an den vierekkigen Zapfen der Schraube W angeſtekt wird. Die Schraube W geht durch den Pfeiler D W, und iſt darin ſo eingelegt, daß ſie ſich blos drehen kann, ohne ſelbſt vor- und rükwärts zu gehen; das andre Ende derſelben geht mit ihrem Gewinde in den Anſaz an dem Schieber M M unterhalb der Fläche E I.

Hat man alſo den Rahmen H und das Einſchneiderädchen d ſo geſtellt, als die Länge eines Zahns für ein Rad nöthig macht, ſo ſchraubt man nunmehr den Schieber M M ver-

vermittelſt der Schraube h zur Seite TT der Fläche EI feſt, damit der Schieber eine völlig unverrükbare Lage erhalte.

Die Welle A, an welche man das Einſchneiderädchen d befeſtiget, hat ein Trieb, in welches ein Rad B greift, das an einer Welle befeſtiget iſt, deren ein Ende viereckig angeſezt worden, woran denn die Kurbel m geſtekt wird *). Eins der Einſchneiderädchen (Fig. 6, 7) wird an der Welle A vermittelſt einer Schraubenmutter e (Fig. 11) befeſtiget, deren Schraube an eben dieſe Welle ſelbſt geſchnitten iſt. Je nach der Größe oder Stärke des Zwiſchenraums der Zähne, muß man verſchiedene ſolcher Einſchneiderädchen **) vorräthig haben, ſo wie auch die Geſtalt eines Zahns deren verſchiedene nöthig macht; ſo bedient man ſich des Einſchneiderädchens (Fig. 6) für die Zähne eines Steigerads; ein Einſchneiderädchen wie (Fig. 7) iſt zum Einſchneiden der gewöhnlichen aufrechten Zähne eines Rades.

Fig. 10 iſt ein Schlüſſel für die Schrauben 1, 2, 3, 4, theils wenn man mit den Einſchneiderädchen wechſeln muß, theils um der Welle A mit dem Rahmen H mehr oder weniger Spielraum zu geben, weswegen denn auch alle dieſe Schrauben an dem vordern Ende viereckig angeſezt werden müſſen, wo der Schlüſſel angeſtekt wird.

Die Schraube f geht durch den Rahmen H, welche denn unterhalb demſelben auf einen Anſaz an dem Theile N aufzuſizzen kommt, um daß auf dieſe Art der Rahmen H nicht tiefer, als nöthig, gehen könne. Der eigentliche Entzweck dieſer Schraube iſt, die Tiefe der Zähne an Steigerädern und andern ähnlichen Räderr, deren Tiefe der Zähne perpendikular oder gegen die Fläche des Rads geneigt iſt, reguliren zu können.

Um die Steigeräder ſo einzuſchneiden, daß die Vorderſeite der Zähne gegen die Axe des Rades geneigt ſei, wird der Rahmen H ſo geſtellt, daß die Schraube 1 ſich von der Fläche der Theilſcheibe etwas erhebe, die Schraube 2 hingegen ſich derſelben nähere, welches auch auf die entgegengeſezte Seite geſchehen kann, und alſo die Neigung auf die Seite des Zahns komme, je nachdem das Rad ſich bewegt.

*) Nach den hierüber angeſtellten Verſuchen meines Freundes thut der Eingriff in Zahn und Trieb nicht ſo gut, als wenn man blos an die Welle, an welcher das Einſchneiderädchen befeſtiget iſt, eine Rolle ſtekt, um welche man die Saite eines gewöhnlichen Drehbogens legt, und ſo vor- und rükwärts das Einſchneiderädchen zum Einſchneiden der Zähne bewegt.

**) Wenn man den Führer ſo einrichtet, wie ich weiter unten zeigen werde, und wie Herr Berthoud zum Theil ſelbſt angiebt, daß man nämlich dem Führer, oder der Spizze deſſelben eine vor- und rükwärts gehende Bewegung geben kann, ſo kann man mit einem Einſchneiderädchen viele andre von verſchiedener Stärke, die man ſonſt nöthig hätte, ſehr vermindern, und ſo mit wenigen auskommen, wo man ſonſt eine ſehr große Anzahl derſelben bedurfte, und vielleicht oft noch nicht ſeinen Entzwek ganz erfüllt haben würde, welches durch dieſes Fortrükken des Einſchneiderädchens ohne Schwierigkeit ganz allein bewirkt würde.

Dieſe Neigungsbewegung des Rahmen H geſchieht vermittelſt des Theils N, worin die Spizzen der Schrauben 3, 4 (Fig. 3) liegen. Dieſer Theil hat einen runden Zapfen, welcher in das Loch in dem Theile Y auf dem Schieber MM eingelegt wird; hinterwärts iſt an dieſem Zapfen eine Schraube angeſchnitten, an welche eine Schraubenmutter geht, die, da ſie hinterwärts NY kommt, in der Zeichnung nicht geſehen werden kann. Eben dieſer Theil N hat einen Zeiger, welcher auf dem Theile Y an den Eintheilungen die Neigung des Rahmen bemerkt: iſt dieſe ſolchergeſtalt beſtimmt, ſo zieht man die Schraubenmutter an, und befeſtiget den Theil N und Y feſt mit einander.

Die Theile, welche den Rahmen H tragen, haben noch zweierlei Arten von Bewegung; die erſte iſt diejenige des Theils Y, welches in einem Einſchnitte in dem Theile M Æ erhoben und erniedriget werden kann, und beſonders dazu dient, den Mittelpunkt der Bewegung 3, 4 des Rahmen H gegen die Höhe des Aufſazzes zu richten, damit die Aufſchnitte der Zähne eines ſtarken Rades mit der Fläche des Rades perpendikular werden. Dieſe Bewegung wird vermittelſt einer Schraube erhalten, die in der Vorſtellung nicht angegeben werden konnte, deren Wirkung aber derjenigen der Schraube W und der Kurbel K gleich iſt, um den Schieber MM zu bewegen.

Die zwote Bewegung der Theile, welche den Rahmen H tragen, und in der Zeichnung nicht vorgeſtellt werden konnten, dient den Rahmen H und das Einſchneiderädchen von der Rechten zur Linken oder von der Linken zur Rechten zu bewegen, um vermöge derſelben Räder zu ſchneiden, deren Zähne nicht gegen den Mittelpunkt des Rades zu gehen, ſondern mehr oder weniger geneigt ſind. Der Theil ÆM iſt ſehr ſtark, und im Winkel gebogen, ſeine Grundfläche iſt von eben der Größe als diejenige des Schiebers MM, und wird mit eben dieſem Schieber vermittelſt einer ſtarken Schraube befeſtiget. Der Schieber M hat ein Loch, in welchem der Kopf am Mittelpunkte der Grundfläche Æ liegt, ſo daß alſo dieſes Stük ſich allein auf eine oder die andre Seite ohne den Schieber M wenden kann, wenn die Schraube nachlaſſen wird; ein Zeiger und die Eintheilungen bemerken die Winkel, die man ihm giebt, ſo wie der Zeiger i gegen die Eintheilungen an dem Theile Y thut; ſteht daher der Zeiger gegen den verlangten Winkel, ſo befeſtiget man nunmehr die Theile M und Æ vermittelſt der Schraube wieder miteinander.

Die Theilungsmaſchine, welche gleichfalls Herr Berthoud in ſeinem Eſſay ſur l'horlogerie T. II. p. 323 u. f. beſchreibt, iſt außerdem, daß ſie beſonders dazu eingerichtet iſt, die Zilinderräder einzuſchneiden, auch zu Einſchneidung aller Arten von Rädern zu Taſchenuhren, Platten und Steigerädern mit und ohne Befeſtigung an ihren Wellen, zu gebrauchen. So zuſammengeſezt, wie ſie Herr Berthoud hier liefert, iſt ſie zwar nicht verfertiget worden, wohl aber jeder ihrer Theile einzeln, ſo daß er freimüthig bekennt, an dieſem Inſtrumente eigentlich keinen andern Antheil zu haben, als den der Zuſammenſezzung der verſchiedenen hier vorkommenden einzeln Theile.

Die

Die 1. Figur Taf. VII. ſtellt die Maſchine völlig zuſammengeſezt vor, um die Zwiſchenräume in den Zilinderrädern einzuſchneiden. Der Theil A des Geſtelles ABCD dient dieſe Maſchine in einen Schraubeſtock zu ſpannen. In dieſem Geſtelle bewegt ſich die Theilſcheibe E, welche vermittelſt drei Schrauben an die Welle F befeſtiget iſt. Der obere Theil dieſer Welle liegt wegen mehrerer Feſtigkeit in dem kegelförmigen Loche des Anſazzes G, der mit der Schiene AB ſelbſt ein Stük ausmacht; der untere Theil dieſer Welle liegt in der Schraube H, die in dem Anſazze I ſich befindet, welcher mit der Schiene CD ein einziges Stük ausmacht, und zu gleicher Zeit dazu dient, die ganze Theilungsmaſchine in einen Schraubeſtok zu ſpannen, und ihr eine horizontale Richtung zu geben, wenn man ſie zu Einſchneidung flacher Räder, Steigeräder u. a. m. nöthig hat. Der Theil dieſes Geſtelles AKGBC iſt aus einem einzigen Stük Meſſing gegoſſen; die Schiene CD iſt gleichfalls von Meſſing, und wird mit dem ganzen Geſtelle vermittelſt der Schraubenmuttern 1, 2, an die Seitenſtreben AB verbunden.

Der Führer LL hat zweierlei Bewegung, erſtlich um ſeinen Mittelpunkt 3, um deſſen Spizze in eine oder die andre Theilung eines der konzentriſchen Kreiſe einfallen zu laſſen. Die zwote Bewegung des Führers iſt diejenige, wodurch die Spizze, wenn ſie in einen der Theilungspunkte der Theilſcheibe geſezt iſt, vor- oder rükwärts geſchoben werden kann, um das Rad gegen das Einſchneiderädchen zu richten. Auch dient dieſe Bewegung dazu, wenn das Einſchneiderädchen für den Zwiſchenraum der Zähne zu klein wäre, denſelben größer zu machen, indem man von den Seiten des Zahns mehr Maſſe wegnimmt. Wenn man daher z. B. ein Rad nach der Theilung 60 eingeſchnitten, und man wolle es noch einmal in eben ſo viel Theile theilen, ſo darf man auf dieſe Art blos die Spizze des Führers verändern. Dieſe leztere Bewegung iſt beim Einſchneiden der Zilinderräder beſonders nothwendig, und geſchieht vermittelſt der Stellſchraube M an dem hintern Ende 4 des Führers, die gegen das gebogene Stük N, welches um deſſen Mittelpunkt 3 ſich bewegt, anſtößt, ſo daß man blos dieſe Schraube anziehen oder nachlaſſen darf. Wir werden weiterhin dieſe Vorrichtung des Führers deutlicher beſchreiben: außerdem hat er ſeine eigene Federkraft, und kann aufgehoben werden, um deſſen Spizze in dieſe oder jene Eintheilung der Theilſcheibe zu ſtellen.

Der Rahmen H, (Fig. 14) welcher zu Einſchneidung flacher Räder und Steigeräder dient, wird auf die gewöhnliche Art mit dem Theile OP in dem Schieber QQ (Fig 1) verbunden. Die Spizze der Schraube a (Fig. 14) liegt in O, (Fig. 1) und die andre Spizze b (Fig. 14) in dem gegenüberſtehenden Loche O. (Fig. 1). Der Theil R, an welchem dieſe gegenüberſtehenden Vertiefungen für die Spizzen jener Schrauben des Rahmen angebracht ſind, iſt mit dem Knieſtükke OP verbunden, und kann für ſich um ſeinen Mittelpunkt S bewegt werden, um dem Rahmen H irgend eine Neigung zu geben, die man nach Graden beſtimmen kann, als man in Rükſicht der Schiefe der Flächen der Zähne gegen die Axe des Rades nöthig hat, daher auch der Rand dieſes Theils R in Grade ei-

 nes

nes Zirkels abgetheilt iſt; man ziehet dieſerwegen einen Strich an dem Knieſtükke O, welcher dem eingetheilten Rande R zum Zeiger dient, dieſer Theil R hat einen vollkommenen, rund gedrehten Stift, welcher genau in die Oefnung am Mittelpunkt S des Knieſtüks O paßt; oberhalb iſt an dieſem Stifte eine Schraube für die Schraubenmutter S angeſchnitten, vermittelſt welcher die Theile R und O, nach der dem Theile R willkührlich gegebenen Neigung feſt mit einander verbunden werden können. Bei Einſchneidung flacher Räder muß dieſe Neigung genau o ſeyn, d. i. der Rahmen muß gegen die Theilſcheibe parallel ſtehen, weil ſonſt die Zähne eine ſchiefe Lage erhalten würden.

Der Theil O P iſt mit dem Schieber Q Q vermittelſt der Schraubenmutter s und dem auf der Grundfläche Q feſtſtehenden Stifte und Schraube verbunden, die durch das Loch des Knieſtüks P geht. Dieſe Bewegung des Theils O P dient dem Rahmen eine willkührliche Neigung zu geben, es ſei nun zu Einſchneidung eines Steigerads, oder zur ſchiefen Neigung der Zähne an Zilinderrädern, weswegen oberhalb des Schiebers Q ein Gradbogen angebracht, und dem Theile P ein Zeiger 6 gegeben worden, wornach die Neigung, die man dem Rahmen H geben will, beſtimmt werden kann.

Wenn man ein gewöhnliches Rad einſchneidet, ſo iſt nöthig, um daß die Zähne vollkommen gegen den Mittelpunkt des Rades zu ſtehen, daß die Welle des Einſchneiderädchen mit der Seite 7, 8 vollkommen gegen den Mittelpunkt der Theilſcheibe zu ſtehe, desgleichen daß die Fläche des Einſchneiderädchens durch den Mittelpunkt der Theilſcheibe gehe. Hat man nun dieſe Lage für den Rahmen H gefunden, ſo bemerke man den Punkt o für die Spizze des Zeigers 6, von welchem Punkte man denn die Grade zu beiden Seiten zu zählen anfängt. Iſt dieſes geſchehen, ſo befeſtige man jedesmal, wenn man ein gewöhnliches Rad einſchneiden will, das Knieſtük O P auf dem Schieber Q Q ſo, daß der Zeiger auf o ſtehe, lege das Einſchneiderädchen gehörig ein, und bewege den Schieber vermittelſt der Stellſchraube T, daß das Einſchneiderädchen gegen die Spizze des Aufſazzes zu ſtehe. Nunmehr ſtelle man die Welle A des Rahmen (Fig. 4) nach ihrer Länge vermittelſt der Schrauben B, C, ſo daß die mittlere Dicke des Einſchneiderädchens auf der Spizze des Aufſazzes aufſtehe, und führe ſodann den Schieber ſo weit zurük, daß der Zahn ſeine gehörige Tiefe erhalte.

An dem Schieber Q Q iſt unterhalb deſſen Grundfläche Q, und längſt der ganzen Länge Q Q ein Anſaz, welcher genau in den Ausſchnitt 7, 8 in dem Geſtelle B paßt, und darin hin und her gezogen werden kann. In dieſem Anſazze iſt eine Schraubenmuter für die Schraube T gebohrt, an welcher oberwärts des Geſtelles B ein Anſchlag iſt, gegen welchen das Plättchen 9 ſtößt, das mit drei Schrauben daſelbſt befeſtiget iſt. Um zu verhindern, daß der Schieber Q Q aus dem Ausſchnitte nicht weiche, ſo iſt an dem Anſazze, der in dem Ausſchnitte lauft, eine Schraube, an welche die Schraubenmutter V geſchraubt wird, ſo daß wenn dieſe angezogen wird, der Schieber dicht und feſt an das Geſtelle anſchließt.

Die

Die Welle F iſt mit der größten Sorgfalt durchbohrt, damit die Aufſäzze A und B (Fig. 3) eingelegt werden können, welche hernach an dieſer Welle vermittelſt des Keils X, welcher quer durch die Welle und den Aufſaz geht, und wozu im leztern der Ausſchnitt C (Fig. 3) gemacht iſt, der demjenigen in der Welle vollkommen gleich iſt, befeſtiget: unterwärts iſt dieſer Ausſchnitt winkelförmig, ſo wie der Keil unterwärts eben dieſe Geſtalt hat, damit der Aufſaz ſich auf keine Art wenden könne. Der Andruk oder die Befeſtigung dieſes Keils gegen die Fläche des Ausſchnitts an dem Anſazze geſchieht vermittelſt der Schraube Y. *) Unterwärts hat die Welle der Theilſcheibe eine in deren Oefnung feſt eingelegte Spizze, die in das kegelförmige Loch der Schraube H zu liegen kommt. W iſt eine Gegenſchraube, welche verhindert, daß die Schraube H nicht locker werde, nachdem man der Welle der Theilſcheibe den gehörigen Spielraum gegeben hat. Eben ſo hat man an die Welle F unterhalb dem Keile eine Rolle Z angebracht, damit man ſie vermittelſt eines Drehbogens drehen könne, um die vorgelegten Räder abdrehen zu können, welches beſonders bei Steigerädern der Fall iſt.

Um Taſchenuhrräder auf ihrem Aufſazze zu befeſtigen, bedient man ſich zweierlei Mittel: erſtlich Aufſäzze mit Schrauben, wie bei Rädern zu Pendeluhren; zweitens des Druks eines Hebels auf einen kleinen Kegel, wie wir bereits bei der vorherbeſchriebenen Theilungsmaſchine angegeben haben. Die 2. Figur ſtellt dieſen Hebel mit ſeiner Vorrichtung vor. Die Schraube A geht in eine Mutter in dem Theile AA (Fig. 1), der an dem Geſtelle befeſtiget iſt, und welcher den Rahmen für das Einſchneiderädchen der Zilinderräder trägt, weswegen denn auch dieſe Schraubenmutter in der Zeichnung nicht angegeben werden konnte. Dieſe ganze Vorrichtung AA, BB, CC, die blos zum Einſchneiden der Zilinderräder dient, kann abgehoben werden, wenn man gewöhnliche Räder und Steigeräder einſchneiden will.

Der Theil des Geſtelles A iſt verlängert, und enthält den Anſaz k, wo die Rolle K innen liegt, und dazu dient, das eine Ende D des Hebels (Fig. 2) aufzunehmen; das andre Ende B eben dieſes Hebels hat eine koniſche Spizze, welche in das koniſche Loch des Kegels d (Fig. 3) einfällt: der Druk dieſes Hebels geſchieht vermittelſt der Schraube C, (Fig. 2) wodurch das Rad, welches man einſchneiden will, zwiſchen den Grundflächen c und d des Aufſazzes (Fig. 3) feſt und ſicher angedrükt wird.

Der Aufſaz A (Fig. 3) iſt von Stahl und völlig durchgebohrt, damit der kleine Aufſaz D eingelegt werden könne; der kegelförmige Theil a der Aufſäzze A und B fällt in den obern Theil der Welle der Theilſcheibe, welcher gleichfalls kegelförmig ausgedreht iſt, auf welche Art denn der Zug des Keils die Aufſäzze genau zentrirt. Um dieſem obern Theile der Welle genau dieſe kegelförmige Geſtalt geben zu können, muß die Welle inner=

*) Ich habe bereits oben ſtatt dieſer Befeſtigung des Aufſazzes diejenige ungleich vorzüglichere angeführt, deren ſich Herr Praſſe bei ſeiner Theilungsmaſchine bedient hat.

innerhalb dem Geſtelle liegen, wo man ſodann um die Rolle Z einen Drehbogen legt, ſo daß es gewiſſermaßen eine Art Hohldocke wird. Spannt man nun das Geſtelle in einen Schraubeſtok, und legt eine Auflage vor, ſo kann man dieſe kegelförmige Hölung gleich wie in einer Drehbank drehen, auf welche Art man denn verſichert iſt, daß ſie mit der Welle genau konzentriſch ſei. Die Hölung in dem Aufſazze A (Fig. 3) muß durch Ausſchmergeln ſehr genau ſeyn. Auf die kurz vorher erwähnte Art muß auch die Verſenkung am Ende b des Aufſazzes gemacht werden.

Der Aufſaz D iſt von gehärtetem Stahle, und vollkommen rund abgedreht; die kleine Fläche c iſt feilenartig gehauen, eben ſo iſt es auch die untere Fläche d des Kegels, ſo daß ſolchergeſtalt der Druk des Hebels (Fig. 2) vollkommen ſicher auf das Rad wirkt. Der kegelförmige Theil e des Aufſazzes D liegt in der gleichfalls kegelförmigen Hölung b des Aufſazzes A; ſind daher dieſe Aufſäzze unter der angegebenen Vorſicht verfertiget, ſo müſſen die Räder nothwendig mit der Theilſcheibe vollkommen konzentriſch ſeyn. *) Man ſieht, daß die bloße Anreibung des Kegels den kleinen Aufſaz D mit dem Aufſazze A befeſtiget: auch iſt dies hinlänglich ſicher, und andern ähnlichen Vorrichtungen mit viereckigen kleinen Aufſäzzen, deren man ſich ehedem bediente, weit vorzuziehen, nicht zu erwähnen, daß dieſe ſchon vermittelſt des Abdrehens ungleich gewiſſer ſeyn müſſen. Man muß deren, je nach der Beſchaffenheit und Größe der Räder, die man einſchneiden will, verſchiedene größere und kleinere vorräthig haben.

Um die Steigeräder, die an ihren Wellen befeſtiget ſind, einzuſchneiden, bedient man ſich eines Aufſazzes (Fig. 4) ohne Stift wie B (Fig. 3). Ein ſolcher Aufſaz iſt völlig durchbohrt, damit das Trieb und die ganze Welle des Steigerades darin liegen könne. Um das Rad auf einem ſolchen Anſazze zu befeſtigen, bedient man ſich des beſten Siegellaks; man erwärmt dieſerwegen den Aufſaz bis das Lak ſchmilzt, worauf man das Rad einlegt, und drükt es zu gleicher Zeit ſo ſtark an, daß zwiſchen der Fläche des Aufſazzes und des Rades kein Lak zurükbleibe; noch beſſer iſt es, wenn das Lak nur inwendig gehörig faßt. Während dem, daß der Aufſaz noch warm iſt, legt man ihn ein, indem man vorher die Maſchine vermittelſt des Aufſazzes I in den Schraubeſtok horizontal geſpannt hat. An das Geſtelle befeſtiget man den Theil (Fig. 12) ſtatt desjenigen A A (Fig. 1) welchen man wegnimmt, legt einen Bogen um die Rolle Z, ſtellt das Ende A des Stifts A B (Fig. 12) gegen den Zapfen der Welle, ſo daß der Druk des Gewichts B das Steigerad an den Aufſaz andrükt, und es gerade erhält. Um es zu zentriren, hält man gegen den Umkreis des Rades eine Spizze, während daß man mit der andern Hand die Theilſcheibe,

*) Auch in Rükſicht der Verfertigung ſolcher Aufſäzze wird jeder gute Künſtler leicht einſehen, daß die bereits oben angegebenen Aufſäzze, die durch die ganze Welle gehen, und unterwärts mit einer Schraube angezogen werden, ſo wie überdies auch noch der kegelförmige Theil der in einer ähnlichen Verſenkung der Welle der Theilſcheibe lieget, ungleich ſichrer und gewiſſer zu machen ſind, nicht zu erwähnen, daß in gewiſſen Fällen die Räder darauf wie auf einem Drehſtifte in einer gemeinen Drehbank abgedreht werden können.

ſcheibe, vermittelſt des Bogens umdreht; auf dieſe Art erhält man denn das Rad vollkommen rund, und mit der Welle der Theilſcheibe genau konzentriſch, indeß daß das Lak noch gehörig warm iſt, oder vermittelſt eines Lichts wenigſtens warm erhalten werden kann. Iſt das Rad nunmehr eingeſchnitten, ſo darf man blos den Aufſaz wieder erwärmen, um es herabnehmen zu können, welches um es völlig vom Lakke zu befreien, man blos in Weingeiſt legen darf.

Das Loch in dem Geſtelle für die Schraube der Vorrichtung mit dem Hebel (Fig. 2) dient gleichfalls für die Schraube, welche den Theil C (Fig. 12) mit dem Geſtelle befeſtiget.

Die 13. Figur zeigt den Mechanismus des Führers. Der meſſingene Theil A wird vermittelſt einer Schraube an den Theil B C des Geſtelles (Fig. 1) befeſtiget. Dieſer Theil A (Fig. 13) iſt bei B eingeſchnitten, um den ſtählernen Biegel C D aufzunehmen, welcher ſich um den Mittelpunkt a an einer gut abgedrehten, und durch C D gehenden Schraube bewegt. Dieſe Schraube hat bei a ihre Gegengewinde, ſo daß der Druk dieſer Schraube dem Biegel an dem Theile A keine freiwillige Bewegung geſtattet. Die verlängerte Schraube E des Führers E F wird von der Schraubenmutter G gehalten. Der abgedrehte Theil b dieſer Schraubenmutter paßt genau in das Loch c des ſtählernen Biegels C D, an welchen zugleich der Abſaz d eingedreht iſt, in welchem die Gabel H liegt. Dieſe Gabel ſtemmt ſich gegen das zurükgebogene Stük e des Biegels, und wird vermittelſt der Schrauben 1, 2 in H und 3, 4 in C ſo befeſtiget, daß die Schraubenmutter G blos die Bewegung in die Runde allein übrig behält, ohne herausglitſchen zu können. Bewegt man nun dieſe Schraubenmutter, ſo wird der Führer entweder verkürzt oder verlängert, je nachdem man zur rechten oder linken Hand ſchraubt.

Um dieſen Führer mit dem ſtählernen Biegel C D genau zu befeſtigen, ſo daß er blos die Bewegung nach ſeiner Länge behalte, wird in D eine Schraube eingeſchraubt, die zu gleicher Zeit genau in den Ausſchnitt I paßt. Der Druk dieſer Schraube befeſtiget den Führer mit dem Anſchlage D indeß das andre Ende deſſelben innerhalb c zurükgehalten wird *).

Die Schraube K endigt ſich in eine Spizze, die man in die Eintheilungen auf der Theilſcheibe einfallen läßt. Den Druk dieſes Führers gegen die Eintheilungen kann man ver=

*) Eben ſo gut und in der Ausführung um einen guten Theil leichter iſt die Vorrichtung zu eben dieſem Endzwecke, welche Herr Praſſe bei ſeiner Theilungsmaſchine angebracht hat. A (Fig. 17) iſt der Führer, der bei a mit ſeiner Welle in den an dem Geſtelle befindlichen Lagern beweglich iſt; C iſt ein Schieber, welcher längs dem Führer willig hin und her läuft. Die Schraube b an dieſem Schieber oberwärts dient, ihn mit dem Führer zu befeſtigen, und die Schraube mit der Spizze d, um in die Eintheilungen der Theilſcheibe zu fallen. Um die Bewegungen dieſes Schiebers wie oben unmerklich zu machen, könnte man noch eine Stellſchraube anbringen, wodurch alles, wie Fig. 13 erhalten würde.

vermehren oder vermindern, je nachdem man ihn vermittelſt des höhern oder niedrigern Stellens der Schraube K mehr oder weniger anſpannt. Die Gegenſchraube L dient die Schraube K feſt zu halten.

Dies iſt der Mechanismus des Inſtruments zu Einſchneidung der gewöhnlichen flachen Räder und Steigeräder mit und ohne Befeſtigung an ihren Wellen. Die folgende Beſchreibung enthält den Mechanismus für das Einſchneiden der Zilinderräder.

Um dieſen Mechanismus deſto beſſer einzuſehen, ſo ſtelle man ſich die Geſtalt eines Zilinderrades vor. Taf. VI. Fig. 14 und 15 iſt ein ſolches Rad vergrößert perſpektiviſch und im Profil gezeichnet, und Taf. VII. Fig. 5 und 6 das Profil eines Zilinderrades ſo weit bearbeitet, daß es nur eingeſchnitten werden darf. Die 11. Figur ſtellt das nämliche Rad im Grundriſſe vor, ſo wie es nach und nach die Geſtalt gewinnt, die es beim Einſchneiden erhält. Dieſe abwechſelnden Stuffen ſeiner Geſtalt in der Bearbeitung will ich hier bei der Beſchreibung gleichfalls beobachten.

In der 6. Figur ſtellt a b die Außenſeite des Rades im Profil vor; der hervorſpringende Theil a a iſt die Dicke, welche zu Bildung der Zähne oder der geneigten Flächen nöthig iſt, und b b derjenige, welcher die Säulen macht. Fig. 5 zeigt den Ausſchnitt des Rades im Durchmeſſer, ſo wie die Dimenſionen des ganzen Rades, die Stärke des Bodens und diejenige b c, welche zu den Säulen nöthig iſt, desgleichen die Dicke des Zahns d c. Hat nun das Rad durchs Abdrehen dieſe Geſtalt erhalten, ſo macht man die Kreuze wie Fig. 11; man macht die Oefnung in der Mitte ſo groß, daß es genau an den Stift b des Aufſazzes B (Fig. 3) anpaßt, dergleichen man verſchiedene vorräthig haben muß, ſo daß ſie noch vor dem Rade vorſtehen, weil ſich dieſes während dem Einſchneiden leicht ziehen dürfte, welches beſonders der Fall ſeyn würde, wenn man ſich blos auf die Grundfläche vom Kreuze verlaſſen wollte. Die Fig. 11 vorgeſtellte Lage muß während dem Einſchneiden oberwärts liegen; man bedeckt das Rädchen mit dem Plättchen c (Fig. 3) und befeſtiget das Rad mit vier Schrauben, und nun legt man alles in die Welle der Theilſcheibe, ſchiebt den Rahmen (Fig. 14) an, in welchen man ein ſehr feines Schneiderädchen einlegt, das in der Dicke nur ohngefähr den zehnten Theil der Länge halte, die die Fläche erhalten ſoll. Nunmehr ſchneidet man das Rad wie jedes andre flache Rad ein, und wählt dazu eine Zahl, die viermal größer iſt, als die Anzahl der Zähne, die es eigentlich erhalten ſoll, d. i. wenn es 13 Zähne haben ſoll, ſo nimmt man die Zahl 52: man macht 26 Einſchnitte, aus Urſache, weil der Zahn des Rades gegen den Zilinder, und dieſer gegen den Zwiſchenraum der Zähne des Rades wechſeln muß. Dieſe Einſchnitte in dem Rade dürfen nicht ſehr tief ſeyn, ſondern es iſt nöthig, daß, wie man bei a (Fig. 11) ſieht, eine Dicke übrig bleibe, welche hinlänglich ſey, dem Rade während dem Einſchneiden eine genugſame Feſtigkeit zu geben. So ſchneidet man das ganze Rad herum ein, wo es denn die Geſtalt erhalten wird, wie man an dem Theile deſſelben 1, 2, 3 (Fig. 11) ſieht. Iſt dies geſchehen, ſo lege man nunmehr ein ſtärkeres Schnei-

Schneiderädchen in den Rahmen, ſo viel als der Zwiſchenraum zwiſchen 1 und 2 des Rades beträgt; eines ſolchen Einſchneiderädchens bedient man ſich, um den Zähnen die ſchiefen Flächen zu geben. Zu dieſem Entzwecke muß man 1) die Theilſcheibe um eine Eintheilung vorrükken, ſo daß das Einſchneiderädchen mitten gegen den Zahn überſtehe; auch mache man an dieſen Zahn ein kleines Merkmal, um ihn zu unterſcheiden; 2) muß man den Theil OP (Fig. 1) um die halbe Anzahl Grade des Hebens, als ein Zahn auf den Zilinderlappen wirkt, geneigt ſtellen: will man alſo, daß das ganze Heben der Hemmung 40 Grad betragen ſoll, ſo wird das Heben eines Zahns auf die Zilinderlappen 20 Grad ſeyn, mithin muß die Neigung des Rahmen nicht mehr als 10 Grad betragen, und ſo bei jedem andern Heben. Iſt dies geſchehen, ſo ſchiebe man den Rahmen vor, bis daß das Einſchneiderädchen dem bemerkten Zahne gegenüber ſtehe; man ſchneide nunmehr ein, und bilde die ſchiefen Flächen, wie man bei 4 und 5 (Fig. 11) ſieht. So fahre man um das ganze Rad herum fort, je einen Zahn um den andern, weil der eine zur Bildung der Ausſchnitte beſtimmt iſt, und es alſo unnüz wäre, dieſem eine Fläche zu geben; daher man denn die Spizze des Führers jedesmal über 4 Punkte auf der Theilſcheibe wegſezt.

Sind nun auf dieſe Art den Zähnen die ſchiefen Flächen gegeben, ſo muß man nunmehr die Ausſchnitte 6, 7, a. u. ſ. f. machen. Auch dazu hat man ein Mittel gefunden, und hier iſt es, wo die Theile des Rahmen BB, CC, welche an dem Theile AA (Fig. 1) ſich befinden, gebraucht werden. a b iſt eine kleine Welle, welche frei in den Rahmen BB eingelegt wird; dieſe Welle trägt ein Einſchneiderädchen c, welches vermöge ſeines Umkreiſes ſchneidet, und daher in ſeinem Durchmeſſer ſo ſtark ſeyn muß, als der Zwiſchenraum b c, (Fig. 11) ſo daß noch die Säule d übrig bleibt: vermittelſt dieſes Einſchneiderädchens werden nun die Zwiſchenräume 6, 7 u. ſ. f. gebildet. (Fig. 11) Der Rahmen iſt um die zwo Schrauben d e (Fig. 1) beweglich, deren Spizzen in den kegelförmigen Vertiefungen a und b des Schiebers A (Fig. 7) liegen; er beſchreibt vermittelſt ſeiner Bewegung einen kleinen Zirkelbogen, welcher die Vertiefungen zwiſchen den Säulen macht; dieſer Bogen muß alſo gegen den Mittelpunkt des Rades zu gehen, auch iſt es nöthig, daß die Lage des Rahmen ſo beſchaffen ſei, daß die Linie, welche durch den Mittelpunkt der freiliegenden Welle a b, und der Schraube d, e geht, auf den Halbmeſſer von c bis zum Mittelpunkt des Rades perpendikular ſei. Um dieſe ganze Bedingung zu erfüllen, die Räder mögen nun größer oder kleiner ſeyn, läßt ſich der Arm A A (Fig. 1) längſt dem Theile des Geſtelles ſchieben. Man ſieht alſo, daß wenn der kleine von dem Rahmen beſchriebene Bogen für die Vertiefung zwiſchen den Säulen nicht gegen den Mittelpunkt des Rades zugienge, dieſe Säulen einem Steigerade ähnlich werden würden. Die Seiten des Einſchneiderädchens müſſen flach, gleich und ohne Hieb ſeyn, folglich an dem Grunde a k (Fig. 11) hingehen, welcher die Stärke der Fläche macht. Um nun das Ende des Einſchneiderädchens dieſer Fläche zu nähern oder davon zu entfernen, ſo kann der Rahmen BB perpendikular gegen das Rad erhöht, oder erniedriget werden, in welcher Rükſicht der

 Theil

Theil (Fig. 7) den Schieber A hat, welcher an dem Arme C vermittelſt der Stellſchraube DD geſchoben werden kann; der Anſaz E, durch welchen die Stellſchraube geht, dient zu gleicher Zeit, daß die Schraube EE (Fig. 1) darauf ſich ſtüzzen kann, als welche die Vertiefungen zwiſchen den Säulen regulirt. Dieſes vorausgeſezt, läßt ſich nun leicht auf das Verfahren ſelbſt ſchließen; folgendes iſt es alſo, was man zu thun hat, ehe man anfängt, die Aushöhlungen zwiſchen den Säulen zu bilden. Man bewege die Stellſchraube DD ſo, daß das Ende des Einſchneiderädchens an der obern Fläche des Rades hingehe; in dieſem Zuſtande bewege man die Schraube EE ſo, daß der Durchmeſſer des Einſchneiderädchens durch den äußern Umkreis 4, 5 (Fig. 11) gehe, welcher die Höhe der Säulen macht; hier befeſtige man die Schraube EE (Fig. 1) vermittelſt der Gegenſchraube FF. Iſt dies geſchehen, ſo bewege man die Stellſchraube des Führers, bis daß der Rand des Einſchneiderädchens hinter der Höhe der geneigten Fläche e b (Fig. 11) komme; man ſehe nach, ob in dieſer Lage der Theil d, welcher bei d für die Säule de übrig bleiben muß, zu groß oder zu klein ſei, wo man denn im erforderlichen Falle ein andres Einſchneiderädchen nehmen muß. Iſt dies alles geſchehen, ſo fange man an, einzuſchneiden, indem man das Einſchneiderädchen vermittelſt der Stellſchraube DD (Fig. 1) herunterſtellt, ſo daß das Ende deſſelben gegen den Rand des Zahns ſtreife: man legt daher einen Bogen in die Rolle der Welle a b, und ſchneidet ſo lange fort, bis das Ende der Schraube EE auf den Anſaz des Schiebers an dem Rahmen aufſizze, d. i. bis der Mittelpunkt des Einſchneiderädchens in dem Umkreiſe e d (Fig. 11) liege. Nun rükke man um 4 Punkte der Eintheilung auf der Theilſcheibe fort, und mache den folgenden Ausſchnitt, u. ſ. w.

Iſt dieſes geſchehen, ſo kann man nunmehr das Rad als auf der Theilſcheibe beendiget anſehen, allein noch ſind die Säulen d, f u. ſ. f. viereckig, welche jedoch wie bei h, i nothwendig rund erfordert werden. Um nun dieſe Säulen abzurunden, muß man ein Mittel treffen, dieſes auf der Theilungsmaſchine zu verrichten, ſo daß dieſe Abrundung nicht nur genau, ſondern auch auf eine kürzere Art geſchehe. Dies wird vermittelſt der freiliegenden Welle und eines ſehr feinen Einſchneiderädchens gethan, allein anſtatt daß dieſe Welle von dem Rahmen getragen werde, wie für die Vertiefungen zwiſchen den Säulen, erhält ſie hiezu vielmehr eine eigene Bewegung, vermöge welcher ſie um die Säule einen kleinen Zirkelbogen beſchreiben kann, welches vermittelſt eines Schiebers geſchieht, welchen dieſe Welle trägt. Dieſer Schieber iſt mit der Welle f verbunden, (Fig. 1) welche ſich an den Armen g und h des Rahmen bewegt. Dieſe Welle hat eine Stellſchraube k, welche dem Seitenblattt k l eine Bewegung ertheilt, und ein koniſches Loch hat, in welchem ſich das Ende der kleinen Welle a b bewegt. Dieſes Seitenblatt k l trägt den feſten Arm m, an welchem der Schieber n x ſich befindet, der bei x ein koniſches Loch hat, in welchem das eine Ende der Welle a b liegt, ſo daß alſo dieſe Welle ſich zwiſchen dem Seitenblatte und dem Schieber bewegen kann, wo man denn ſieht, daß wenn man den koniſchen Punkt des Seitenblatts vom Mittelpunkte der Welle f entfernt, oder ihm nähert,

nähert, indeß man dieſer Welle f eine Bewegung giebt, die kleine Welle a b einen mehr oder weniger großen Kreis beſchreiben wird. Von dem Wege, den man das Seitenblatt machen läßt, hängt alſo die Exzentricität der Welle a b ab. Wenn man daher zu gleicher Zeit, indem man die kleine Welle mit einem Bogen bewegt, die Welle f einen Theil eines Kreiſes beſchreiben läßt, und das Einſchneiderädchen auf die Säulen ſich ſtüzt, ſo ſieht man leicht, wie man auf dieſe Art denſelben mehr oder weniger Rundung geben kann. Um die Welle f den Theil eines Kreiſes beſchreiben zu laſſen, der für die Höhe der Säule nöthig iſt, bedient man ſich der Schraube G G, an welcher der Zapfen dieſer Welle f liegt, und von dem Arme h des Rahmen gehalten wird. Um den Weg, oder den Theil des von dieſer Welle beſchriebenen Zirkels zu reguliren, trägt ihr Zapfen zwiſchen den Armen g, h eine Röhre, an welcher das Ohr o befeſtiget iſt, an welchem noch ein zweites Ohr p anliegt, das mit dem erſten vermittelſt der Schraube q befeſtiget werden kann; dieſe Ohren ſtoßen denn gegen r des Rahmen, ſo daß je größer der Winkel zwiſchen den beiden Ohren iſt, deſto größer auch der Theil des Zirkels ſeyn wird, den die Welle f beſchreibt. Wenn man die Vertiefungen zwiſchen den Säulen macht, ſo verdekt man die Ohren ganz, ſo daß ſie genau die Dikke des Rahmen einnehmen, vermöge deſſen kann denn die kleine Welle ſich blos um ſich ſelbſt bewegen, weil die exzentriſche Bewegung unter dieſer Bedingung nicht ſtatt hat.

Die Röhre, welche das Ohr o trägt, kann ſich beſonders einzeln um die Welle f bewegen; man befeſtiget ſie mit einander vermittelſt der Schraube s und bedient ſich dieſer Bewegung zu Abrundung der Säulen d. i. um die Welle oder das Einſchneiderädchen ſo zu reguliren, daß dieſe Abrundung an einer Seite der Säule nicht größer ſei als auf der andern.

Sind nun die Säulen auf dieſe Art abgerundet, ſo kann man ſie poliren, indem man ſich dazu eines zilindriſchen Rädchens bedient, welches glatt iſt: eben ſo kann man es auch bei den Vertiefungen zwiſchen den Säulen machen.

Während dem haben jedoch noch die Zähne die Geſtalt behalten, wie man ſie bei a ſieht (Fig. 11), damit keine Biegungen ſtatt finden. Wenn nunmehr aber die Säulen abgerundet ſind, ſo kann man izt die Zwiſchenräume k l wegnehmen. Man nimmt daher das Rad von der Theilungsmaſchine ab, und bedient ſich dazu unter gehöriger Sorgfalt, daß man das Rad nicht krümme, einer feinen Säge, wo dann die Zähne die Geſtalt erhalten, wie man bei g h ſieht. Da aber das Ende des Zahns h zu breit iſt, ſo feile man innerhalb den Zähnen i m, ſo daß das Ende m wie in der Zeichnung werde; man runde hierauf das Ende m der ſchiefen Fläche leicht ab, wo denn nichts weiter übrig bleibt, als den Grad von den Einſchnitten wegzunehmen, und das Kreuz völlig fertig zu machen, worauf es nur noch an deſſen Welle befeſtiget werden darf.

Die Figuren 9 und 10 ſtellen die einzeln Theile des Rahmen B B vor, welcher zum Einſchneiden der Zilinderräder beſtimmt iſt. A B iſt der Körper des Rahmen, a b die Arme

me, welche die Schrauben d e (Fig. 1) aufnehmen, und die, wie ich bereits erwähnet, auf dem Schieber A aufſizzen; g h (Fig. 10) ſind die Aerme, in welchen ſich die Welle CD bewegt, welche von Stahl iſt, und deren Zapfen in den Vertiefungen der Aerme g h liegen. Die Vertiefung g iſt bei i kegelförmig wegen des kegelförmigen Anſazzes k der Welle; die Welle geht durch i, und das Ende l läuft in der Vertiefung h. Um nun dieſe Welle in dem Rahmen feſt zu halten, ſo daß ſie ſich blos in der Runde bewege, ſo lege man an den vorſpringenden Theil m den kegelförmigen Kopf n, welcher einen Stift hat, der in die Spalte an m gelegt wird, ſo daß ſich der Kopf und die Welle nicht einzeln für ſich bewegen können. Innerhalb m iſt eine Schraube eingeſchnitten, in welche die Schraube r zu liegen kommt, die man mehr oder weniger anzieht, ſo daß die Welle C ihrer Länge nach keinen zu großen Spielraum erhalte. Der kegelförmige Theil n liegt in dem Loche h, welches ebenfalls kegelförmig iſt.

Die Welle c beſteht aus einem einzigen Stükke mit der Grundfläche D E. An dieſe Grundfläche oder an dieſe vollkommen rund abgedrehte Scheibe liegt die Seitenplatte oder der Schieber an, welcher die Welle für das Einſchneiderädchen F G trägt. Das Seitenblatt H K l iſt von gehärtetem Stahl, und aus einem einzigen Stükke gemacht, deſſen Grundfläche K an diejenige L der Welle anliegt. Das Seitenblatt wird von dem meſſingenen Theile M (Fig. 9) bedekt, welches ſeiner Länge nach einen Einſchnitt hat, ſo daß das Seitenblatt H K genau darin liegt. Dieſer Theil M wird an den auf der Grundfläche L befindlichen Stiften befeſtiget. Auf dieſe Art liegt das Seitenblatt an der Fläche L feſt an, und kann blos längs dem Einſchnitte in dem Theile M bewegt werden, wozu man ſich der Stellſchraube N bedient, deſſen Kopf p in den Einſchnitt q des Seitenblatts geht.

An dem Arme l des Seitenblatts befindet ſich der Schieber O P, den man daran vermittelſt der Schraube r befeſtiget. Das Loch P des Schiebers iſt kegelförmig, ſo wie es das Ende G der Welle F G iſt, welche darin laufen ſoll. Die Spizze S der Welle F G lauft in der kegelförmigen Vertiefung an dem Seitenblatte. Dieſe Vertiefung muß genau in dem Durchmeſſer der Grundfläche L befindlich ſeyn, damit wenn man die Stellſchraube bewegt, dieſe Vertiefung mit der Welle genau konzentriſch werde.

Die Welle F G iſt von gehärtetem Stahle, und muß ihrer ganzen Länge nach durchbohrt ſeyn, ſo wie die Welle der Theilſcheibe; die Spizze S iſt eingelaſſen. Vermittelſt dieſer Einrichtung können die kleinen Einſchneiderädchen beſonders gedreht und eingelegt werden, welche denn durch die Schraube t an dieſer Welle befeſtiget werden können.

Der Theil A B C (Fig. 9) ſtellt die zwei Ohren vor, welche bei C an die Welle C D (Fig. 10) kommen. A (Fig. 9) iſt die Röhre, an welcher das Ohr B befeſtiget iſt; C iſt das andre Ohr, welches an dem erſtern anliegt, und für ſich vermittelſt des Einſchnitts an demſelben beweget werden kann, wodurch zugleich die Schraube D geht, die ſie mit einander befeſtiget; die Schraube R dient, die Röhre mit der Welle C zu befeſtigen.

Der

Der Theil B C (Fig 7) wird an das Geſtelle der Theilſcheibe vermittelſt der Schrauben LL, MM (Fig. 1) und des Seitenblatts N N (Fig 8) befeſtiget. Dieſes Seitenblatt hat eine Schraube O O (Fig 1) A A dieſes Theils iſt wie eine Gabel geſtaltet, vermöge welcher dieſer ganze Theil nach heraus genommenen Schrauben L L, M M, nebſt allen den übrigen Theilen, die es enthält, und welche zu Einſchneidung und Abrundung der Zilinderräder beſtimmt ſind, von dem Geſtelle der Theilungsmaſchine weggenommen werden kann.

Um dem Räderwerke der Seeuhren alle mögliche Vollkommenheit zu geben, hat Herr Berthoud alle Räder derſelben auf ihren Wellen in einer ſolchen Theilungsmaſchine nicht nur, ſondern auch die dazu gehörigen Triebe ebenfalls darauf eingeſchnitten. Um lezteres bequem zu thun, machte er Trieb und Welle aus zwei Stükken, deren erſteres er auf die Theilungsmaſchine vermittelſt des daran angebrachten Hebels, dergleichen er zu Einſchneidung kleiner Räder für Taſchenuhren ſich bedient, brachte. Dieſes ſolchergeſtalt verfertigte Trieb durfte er hierauf blos an die dazu eingerichtete Welle anſchieben. Aus der Beſchreibung ſeiner Seeuhren, deren ich verſchiedene in dieſem Werke anführen werde, ſieht man, daß er dieſes Einſchneiden der Triebe auf der Theilungsmaſchine leicht verrichten konnte, da ſie ſehr vielſtäbig z. B. 12, 16, 20 ja ſelbſt 40 ſtäbig waren, ein Umſtand der dieſes zuließ, bei den ſechsſtäbigen Trieben unſerer gebräuchlichen Uhren aber keineswegs ausführbar ſeyn dürfte.

Noch zwei andre Vortheile aus dieſer Art, die Triebe zu ſeinen Uhren zu machen, erfolgten von ſelbſt, denn erſtlich konnte er ſowohl zur Welle als zum Triebe den beſten Stahl wählen, und zweitens im Fall, daß ja ein Trieb falſch war, oder eine Welle Streifen hatte, ſo durften dieſerwegen doch keineswegs beide Theile zugleich weggeworfen werden, welches insgemein mit denjenigen an unſern Uhren der Fall iſt. Zu den Trieben bediente er ſich des beſten Engliſchen in Platten gegoſſenen Stahls.

Uberdies brachte er an ſeine Theilungsmaſchine eine Vorrichtung zu Eintheilung der Zifferblätter und Gradbogen an, wovon ich folgende Beſchreibung aus ſeinem Werke de la meſure du tems anführe, welches eigentlich der Supplementband ſeiner erſten beiden großen Werke, des Eſſay ſur l'horlogerie und des Traité des horloges marines iſt.

Taf. VIII. Fig. 4 ſtellt die Vorrichtung auf der Theilungsmaſchine vor, um Zifferblätter und Gradbogen darauf ſicher und genau theilen zu können. R ſei ein Zifferblatt, welches man eintheilen wolle, und welches zu dieſem Entzwecke auf einen Aufſaz der Maſchine befeſtiget iſt. O O F iſt die Welle der Theilſcheibe, an welcher der Aufſaz auf die gewöhnliche Art befeſtiget iſt. PP iſt ein Theil der Theilſcheibe, und S o der Führer. C, E, F, A iſt ein Theil des Geſtelles der Theilungsmaſchine, deſſen Theil E L den Schieber und das Knieſtük ÆY trägt. An dieſem *Knieſtükke* iſt der doppelte Rahmen H H beweglich. Der Rahmen oder der Führer des *Schneide*rädchens ſelbſt iſt an dem Theile h g des doppelten

Rahmen

Rahmen vermittelſt der Spizzen der Schrauben 3, 4 beweglich, um die zuſammengeſezte Bewegung zu erzeugen, damit der Grabſtichel T in einer geraden Linie die Eintheilung mache.

Der Arm BB, welcher die Schieber GK trägt, iſt an dem Rahmen vermittelſt der Schraubenmutter 1 befeſtiget, und bei Z trägt er eine Gabel, welcher die Stärke des Rahmen aufnimmt, damit dieſer Arm und die Schieber ſich nicht beſonders ohne die Rahmen bewegen können. Jeder Schieber G und K iſt an dem Arme befeſtigt, welcher ſie vermittelſt einer Schraube trägt. Dieſe Schieber ſind es eigentlich, welche den größern oder geringern Weg des Grabſtichels T auf dem Zifferblatte oder Gradbogen beſtimmen.

X iſt eine Gabel, welche bei z z ein Loch hat, um in die Welle einzufallen. Die Schraubenmutter p dieſer Welle befeſtiget zu gleicher Zeit dieſe Gabel und den Grabſtichel T. Der Theil X der Gabel umfaßt die Stärke des Rahmen, wodurch ſowohl die Welle ſelbſt als auch der Grabſtichel befeſtiget, und verhindert wird, daß ſie ſich nicht herum drehen können.

Der Grabſtichel T hat doppelte Schneiden von verſchiedener Stärke, je nachdem man die Grade ſtark oder ſchwach haben will. Statt eines Lochs in der Mitte hat er eine längliche Oefnung, um ihn an die Welle einlegen zu können, und ſo auch wieder abzunehmen, ohne daß man den Führer wegnehmen darf; man ſchraubt blos die Schraube los.

Um dergleichen Gradbögen u. ſ. f. einzutheilen, muß man ſtets von der größten Eintheilung anfangen. Nimmt man an, daß das Zifferblatt R in Minuten getheilt werden ſoll, ſo mache man zuerſt die Eintheilung von 60′ 5′ 10′ u. ſ. f. laſſe alſo den Grabſtichel die dazwiſchen liegenden Eintheilungen überlaufen: der Strich wird ungleich feiner ausfallen, und die Arbeit ungleich kürzere Zeit dauern, als wenn man zuerſt die kleineren Eintheilungen, und ſodann die Haupteintheilungen von 60′ 5′ u. ſ. f. machen wollte. Hat man nun ſolchergeſtalt das Zifferblatt in 12 gleiche Theile getheilt; ſo ſtelle man vermittelſt der Schieber den Grabſtichel, daß er bei den folgenden Untereintheilungen den verlangten Weg durchlaufe. Das übrige giebt die dazu gegebene Vorſtellung der Maſchine.

Da dieſe Vorrichtung gewiſſermaßen zu ſehr zuſammengeſezt iſt, ſo will ich hier diejenige anführen, deren ſich Herr Praſſe bei ſeiner Theilungsmaſchine zu ähnlichem Entzwecke bedient hat; ſie iſt einfach und verrichtet das nämliche. Der Rahmen an der Theilungsmaſchine iſt der gewöhnliche einfache, anſtatt des Einſchneiderädchens aber wird eine Art von Grabſtichel wie Fig. 8. Tafel VIII. an die Welle des Einſchneiderädchens, welches man weggenommen, vermöge des daran befindlichen Loches eingelegt, und mit der Schraube, womit man ſonſt das Einſchneiderädchen befeſtiget, gleichfalls feſt gehalten. Die zuſammengeſezte Bewegung des Rahmen und der Welle des Einſchneiderädchens, woran gegenwärtig dieſe Art von Grabſtichel befeſtiget iſt, macht den nämlichen gleichen Strich

auf

auf der auf dem Aufſazze befeſtigten Scheibe, auf welcher man die Grade abtheilen will, die die zuſammengeſezte Bewegung der doppelten Rahmen, blos daß man den zu durchlaufenden Weg dieſes Grabſtichels auf der vorgelegten Scheibe mit der Hand reguliren muß, welches aber einer geübten Hand leicht ſeyn wird, indeſſen ließe ſich auch dieſerwegen vermittelſt eines vorgelegten Blättchens mit einem Einſchnitte und vermöge eines Anſazzes an dem Grabſtichel eine Vorrichtung ausfindig machen. Der Grabſtichel hat oberwärts einen Handgriff, um ihn mit der Hand leicht führen zu können *).

II.

Werkzeug zu Verfertigung der Einſchneiderädchen, welche zu den Vertiefungen zwiſchen den Säulen der Zilinderräder gebraucht werden. **)

Der Theil A B C, (Taf. VII. Fig. 15), welcher bei A in einen Schraubeſtok geſpannt werden kann, trägt bei B eine Art von Rahmen D, und dieſer noch einen I F G, deſſen Aerme F G, eine Welle H frei tragen; an dieſer Welle iſt ein Schneiderädchen, wie für Steigeräder gewöhnlich iſt, angeſchoben, welches dient, die Schneiderädchen für Zilinderräder zu machen. Die Schraube E, welche die Vertiefung der Gänge des Schneiderädchens regulirt, ſizt auf einer Fläche K parallel mit der Welle des Schneiderädchens L auf. Auf dieſe Art verſchaft die doppelte Bewegung der beiden Rahmen, daß ſich der Theil E F längſt dem Schneiderädchen L bewegen könne, während welcher Bewegung man das Schneiderädchen a vermittelſt eines Drehbogens und der Rolle H dreht. Das gezahnte Rad M wird gedrang an die Welle des Rädchens L angeſchoben, welche mit ihrem Zapfen in N und O innen liegt. Dieſes Rad dient die Einſchnitte in dem Schneiderädchen unter ſich gleich zu machen, und ſo fein als man will, welches von der Anzahl der Zähne abhängt, die man dem Rade giebt. Die Feder P vertritt die Stelle eines Führers.

III.

Werkzeuge zu leichter Zentrirung ſolcher Räder, die an ihren Wellen befeſtiget ſind. ***)

Wenn man die Theile G L I auf dem Theile A des Geſtelles der Theilungsmaſchine (Taf. VI. Fig. 3) weggenommen hat, ſo ſezze man an deren Stelle auf eben dieſen Ort die

*) Man könnte auch eine Theilſcheibe ganz univerſal machen, wenn man ſich des Verfahrens bedient, deſſen ich in meiner bereits angeführten Abhandlung über die Bemühungen zu Eintheilung aſtronomiſcher Inſtrumente erwähnet, worauf ich mich denn hier beziehe.

**) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud T. II. p. 337.

***) Eſſay ſur l'horlog. p. M. Berthoud. T. I.

die Maſchine (Taf. VI Fig. 12.), und befeſtige ſie vermittelſt eines Stifts X darauf. Man ſezze das Rad auf den Aufſaz P (Fig. 3) und bringe das Ende a der Maſchine (Fig. 12) dem Umkreiſe des Rades nahe; wendet man hierauf die Theilſcheibe herum, ſo nähert oder entfernt ſich der Zeiger m wechſelsweiſe, je nachdem das Rad mehr oder weniger mit der Axe der Theilſcheibe konzentriſch iſt. Dieſer Zeiger zeigt alſo an, in wiefern und um wieviel das Rad von dem Mittelpunkte entfernt iſt; denn durchlauft er 40 Grade, und man ſtellt das Rad auf dem Aufſazze ſo, daß der Zeiger 20 Eintheilungen durchlauft, ſo wird man einen Punkt haben, welcher einer der Halbmeſſer des Rades ſeyn wird. Fährt man nun auf dieſe Art fort, die Scheibe zu drehen, und das Rad zu richten, ſo wird es endlich mit der Theilſcheibe völlig konzentriſch laufen, wenn der Zeiger ſich nicht mehr bewegt. Vermöge dieſer Vorrichtung bin ich vermögend, alle Räder vollkommen und mit geringem Zeitverluſte zu zentriren.

Die 13 Figur ſtellt den Grundriß dieſer Maſchine zu Zentrirung der Räder vor. AB iſt eine meſſingene Platte, woran unterwärts die Vorrichtung ſich befindet, um ſie mit dem Geſtelle der Theilungsmaſchine zu verbinden. Auf der obern Fläche liegt der Schieber abc, welcher zwiſchen dem Kloben d und den Stiften 1, 2 bewegt werden kann. Vorne an dieſem Schieber befindet ſich der bewegliche Arm a, welcher gegen den Umkreis des Rades geſtellt wird; er iſt bei m beweglich, um ihn je nach der Höhe der Räder oder der Aufſäzze höher oder niedriger zu ſtellen.

An dieſem Schieber iſt ein Einſchnitt 3, in welchen ein Zahn an dem Arme fg fällt, ſo daß die Bewegung, die man dem Schieber giebt, ſich ebenfalls dem Arme fg mittheile, an deſſen andern Ende g eine Saite befeſtiget iſt, welche um die Rolle h an der Welle, die den Zeiger m trägt, geſchlungen iſt. Das andre Ende dieſer Saite iſt an der Feder il befeſtiget, welche ſie immerfort anhält, ſo daß, ſo wie der Schieber hin und hergeht, die Rolle und der Zeiger ſich gleichmäßig bewegen, und er ſelbſt bei einer unmerklichen Bewegung des Schiebers einen großen Weg durchlauft. Die Zapfen der Welle der Rolle laufen einer in dem Loche in der Platte AB, der andre in dem Loche der obern Scheibe, welche auf vier Pfeilern ruht, ſo daß ſie mit der Platte AB eine Art von Gehäuſe für die Rolle macht. An dem obern Zapfen über der Scheibe befindet ſich der Zeiger: die Scheibe ſelbſt iſt in 60 gleiche Theile getheilt. Eben ſo hat auch der Arm fg zween Zapfen, die ſich innerhalb dieſem Gehäuſe zwiſchen der Scheibe und der Platte AB bewegen.

IV.

Das Schnekkenſchneidezeug.

Taf. IX. Fig. 21. im Grundriß und Fig. 23 im Profil iſt eins von den gebräuchlichen Werkzeugen, deren ſich der Uhrmacher bedient, den Schnekken, um welche ſich die Kette windet, zu ſchneiden. AB iſt eine Regel von Meſſing, auf welcher drei Dokken

C, D

C, D und E winkelrecht ſich erheben. In den beiden Dokken D und E liegt eine linke Schraube F mit ihren runden Zapfen ſo, daß ſie darinn blos die Kreisbewegung hat, und vermöge der an ſie angeſchobenen Kurbel G bewegt werden kann. An dieſer linken Schraube bewegt ſich der Theil H auf und ab, in welchen eine linke Schraubenmutter geſchnitten iſt; der ganze Körper H iſt mitten durch bis zu den Schraubengängen aufgeſchnitten, ſo daß auf dieſe Art vermittelſt der angebrachten Schrauben a b die Schraubenmutter eine Erweiterung oder Verengerung erleiden kann, wenn durch öftern Gebrauch die Gänge ſich ausgenüzt haben ſollten, und die Schraubenmutter daran zu willig auf- und abgienge. Von der Dokke E geht ein Arm I abwärts, welcher ſich wieder parallel mit der Regel A B herum wendet, an deſſen äußern Ende c er eingeſchnitten iſt. In dieſem Einſchnitte liegt das ſtählerne Plättchen L und macht damit gleichſam ein Gewinde, wenn der Stift d eingelegt wird. Das Plättchen L macht unterwärts eine Art von Gehäuſe wie Fig. 22. In dieſer Oefnung zwiſchen den Platten a und b (Fig. 22) wird der Theil M der damit verbundenen ganzen Vorrichtung eingelegt. Durch die Platte L wird oberwärts bei e gleichfalls ein Stift eingelegt, welcher in den Körper H geht, ſo daß alſo bei Umdrehung der Kurbel und der Schraube F die Schraubenmutter H und ſo die Platte L hin und her gezogen wird.

Die Platte L hat verſchiedene Löcher auf- und unterwärts, und ſo auch der Theil M. Legt man in eines von dieſen Löchern einen Stift, ſo wird auf dieſe Art bei Umdrehung der Kurbel G zugleich auch der Theil M hin und her geſchoben, und zwar um einen Raum, welcher um ſo kleiner oder größer wird, je nachdem der Stift weiter gegen die Schraube oder den Arm K eingelegt wird. Der Theil M verlängert ſich weiter vorwärts nach O, und bildet eine Platte, welche an die Dokken C, D und die Regel A B anliegt. Um zu verhindern, daß ſie nicht vorwärts biege, läßt ſie ſich zwiſchen der Schraube P in dem daſelbſt gemachten Ausſchnitte, und zwiſchen dem Bakken S T frei und ſanft ſchieben, ſo wie die Kurbel G gedreht wird. Auf dieſer Platte iſt noch eine Platte Q R vermittelſt der Schraube g befeſtiget, welche jedoch in dem daſelbſt gemachten Ausſchnitte und an den Stiften e und f zwiſchen den Ausſchnitten vor- oder rükwärts geſtellt, und dann in irgend einer ihm gegebenen Lage vermittelſt der Schraube g befeſtiget werden kann. Mit der Platte Q R iſt die vierekkige Röhre N feſt verbunden, in deren vierekkigen Oefnung der Grabſtichel V ſo eingelegt wird, daß er ſich frei jedoch ohne großen Spielraum und ſanft vor- und rükwärts ſchieben läßt.

Der vordere Theil der Schraube F trägt den Kopf W, in welchen der vierekkige Anſaz der Welle des zu ſchneidenden Schnekken eingelegt wird; die Seitenblätter dieſes Kopfs werden ſodann vermittelſt der Schraube h geſchloſſen, ſo daß der Zapfen des Schnekken feſt darin liegt. Der andre ſpizige Zapfen der Welle des Schnekken liegt in der kegelförmigen Vertiefung in der Schraube X, welche durch die Dokke C geht, und weiter vor- oder rükwärts, je nach der Länge der Welle des Schnekken geſchraubt werden

kann.

kann. Die Schraubenmutter Y dient, daß die Schraube X nicht zurükgehen kann.

Man ſieht alſo, daß, während dem die Kurbel G und die Schraube F gedreht wird, die daran befeſtigte Schnekke gleichfalls herumgeht. Zu gleicher Zeit ſchiebt ſich die Schraubenmutter G vor- oder rükwärts, und ſo vermöge des in L in irgend einem Punkt eingelegten Stifts wird auch der Theil M, O mit der ganzen daran befindlichen Vorrichtung und dem Grabſtichel V hin oder her gezogen. Drükt man nun auf den Kopf V gelinde mit dem Finger, ſo daß der Zahn i auf die daſelbſt eingelegte Schnekke aufſizt, ſo ſieht man, wie auf dieſe Art auf die Schnekke je nach der Lage des Stifts auf der Platte L engere oder weitere Spiral- oder Schnekkengänge geriſſen werden, welches man ſo lange wiederhohlt, bis man dieſe Gänge auf dem Schnekken zu ſeiner Abſicht tief genug glaubt. Indeſſen hat dieſes Inſtrument, ſo einfach und ſicher es auch in der Ausführung iſt, den weſentlichen Fehler, daß vermöge des dadurch verurſachten Bogens, die Spiralgänge im ſtrengſten Verſtande nicht ganz gleichförmig ſind, ſo wie überdies auch alles auf die Genauigkeit der Schraube F ankommt.

Eines andern Schnekkenſchneidezeugs erwähnt Herr Sprengel in ſeinem Werke: Handwerke und Künſte in Tabellen VIII. Samml. S. 33. Taf. IX. Fig. 20. iſt dieſes Werkzeug vorgeſtellt. Es bildet ein kleines meſſingenes Gehäuſe. In einer Wand dieſes Gehäuſes läßt ſich ein Zapfen a b umdrehen, der einer Schraube c in der andern Wand des Gehäuſes gerade gegenüberſteht. Außerhalb dem Gehäuſe trägt der Zapfen a b ein Wechſelrad d, welches in ein anderes Rad e greift. Dieſes leztere Rad e iſt an den Zapfen der ſtählernen Schraube e f angeſchoben, welche bei h einen meſſingenen Arm g h durchbohrt. Da der Arm g h durch eine Schraubenmutter auf der Schraube e f befeſtiget iſt, ſo läßt er ſich durch das Umdrehen der Schraube e f von e nach f und wieder zurük bewegen. Der Arm g h trägt den Zahn g.

Zwiſchen den beiden Anſäzzen a und c wird der Schnekken, welcher eingeſchnitten werden ſoll, genau in der Axe befeſtiget, und da ſeine gröſte Grundfläche in a angebracht wird, ſo ſchraubt man den Arm g h gleichfalls gegen e. Drehet man nun mit einem Schlüſſel den Zapfen a b um, ſo bewegt ſich auch zugleich der Schnekken mit herum, indeß der Arm g h auf der Schraube e f von e nach f, und beim Zurükdrehen von f nach e verſchoben wird, welches, wie man leicht ſieht, von den Rädern d und e bewerkſtelligt wird. Drükt man nun während dieſer Bewegung den Arm gegen den Schnekken ſo an, daß der Zahn g darauf zu liegen kommt, ſo wird dieſer nach Beſchaffenheit der Schraube f e Schraubengänge auf den Schnekken ſchneiden.

Da nun aber je nach dem Baue der Uhren die Spiralgänge des Schnekken bald weit bald enge bei einander ſtehen, d. i. auf dieſem Schnekken ein ſtärkeres, auf einem andern

dern ein engeres Schraubengewinde machen, ſo muß auch dieſes Fortrükken des Arms und des daran befindlichen Zahns nach dieſem Verhältniſſe geſchehen. Haben beide Räder d und e eine gleiche Anzahl Zähne, ſo werden die Gänge die nämlichen werden, wie auf der Schraube; ſollen aber hingegen die Gänge weiter von einander ſeyn, ſo muß man ſich dazu zweier anderer Räder bedienen. Sollen z. B. die Schraubengänge noch einmal ſo weit von einander ſtehen, ſo ſezt man an das Schnekkenſchneidezeug ein Rad d von 10 und das andre Rad e von 20 Zähnen; die Umwälzung des leztern Rades verhält ſich nämlich zum erſtern wie 1 zu 2 und ſo in übrigen Fällen.

Man hat auch Schnekkenſchneidezeuge, wo der Schnekken an die Schraube befeſtiget, und von dieſer Schraube vor und rükwärts geführt wird, wo denn der Zahn, welcher die Gänge auf dem Schnekken einſchneiden ſoll, feſt ſizt, und blos gegen den Schnekken angehalten werden darf. Jede Veränderung in den Gängen des Schnekken erfordert alſo hier, wie man leicht ſieht, eine andre Schraube, auf welcher der Schnekken befeſtiget wird. Auch iſt der Mechanismus dieſer Art von Schnekkenſchneidezeug ſo leicht, daß ihn jeder einſichtsvolle Künſtler leicht einſehen wird, ohne ein ähnliches Werkzeug erſt weitläuftiger zu beſchreiben. Zwar fällt hier der Bogen, welcher bei dem erſt erwähnten Schnekkenſchneidezeuge, und bei der beſchriebenen Drehbank mit dem Schraubenwerke im ſtrengſten Verſtande eine Unrichtigkeit verurſachen kann, weg; allein es beruht bei dieſer Art von Werkzeugen doch alles auf der Güte der Schraube, die hier nothwendig immer die Schnekkengänge dirigirt. Auch könnte die Vorrichtung, welche Herr Ramsden zu Schneidung ſeiner Schraube zu ſeiner Theilungsmaſchine gebraucht hat, ſehr leicht in ein ſehr genaues Schnekkenſchneidezeug verwandelt werden.

Unter allen ähnlichen Werkzeugen dürfte indeſſen wohl dasjenige Inſtrument, welches Herr Berthoud in ſeinem Eſſay ſur l'horlogerie T. I. S. 150. u. f. beſchreibt, immer das vorzüglichſte bleiben, indem es nicht nur den vollkommenſten Schnekken ſchneidet, ſondern auch zu gleicher Zeit das vollkommenſte Inſtrument iſt, rechte und linke Schrauben zu machen; der Bogen, welcher beinahe bei allen Arten von Schnekkenſchneidezeugen ſtatt findet, und im ſtrengſten Verſtande, wenn viele Gänge nöthig ſind, Unrichtigkeiten veranlaßt, fällt hier ganz weg; der Mechanismus dieſes Inſtruments iſt ſehr einfach, obſchon, wenn er alle mögliche Genauigkeit leiſten ſoll, in der Bearbeitung viele Mühe verurſacht. Der erſte Erfinder dieſes Inſtruments iſt Herr le Lievre, ein berühmter franzöſiſcher Mechanikus, Herr Gedeon Duval hat es aber in einen ungleich vollkommnern Stand geſezt, nach welcher leztern Verbeſſerung folgende Beſchreibung aus Herrn Berthouds angeführtem Werke genommen iſt.

Tab VI. Fig. 1 ſtellt dieſes Inſtrument vor. A D iſt die Welle, an welche der Schnekken angeſchoben wird, t iſt ein Trieb, M die Kurbel, b der Zahn, welcher die Gän-

ge am Schnekken einſchneidet, I I die geneigte Fläche, welche den Zahn b von der untern Fläche des Schnekken 1 bis zu deſſen Höhe 5 vermöge dieſer Fläche, welche je nach der Weite der Schnekkengänge, wie ich weiter oben erwähnen werde, eine willkührliche Lage erhalten kann, auf folgende Art bewegt.

Wenn die Kurbel M herumgedreht wird, ſo verurſacht das Trieb t, daß die gezahnte Stange R P ſich auf- und niederſchiebt; während dieſem Steigen und Fallen von 2 bis x und wieder zurük von x bis 2 der gezahnten Stange, mit welcher die geneigte Fläche I I verbunden iſt, wird zugleich der Zahn b von b bis 1 und ſ. weiter, je nachdem die Kurbel gedrehet wird, bewegt, welches vermittelſt des Zugs T geſchieht, welcher immerfort auf der geneigten Fläche I I aufſteht, da dieſer Zug vermittelſt einer Feder in dem Federhauſe B und der Kette s angezogen wird, und ſich mit deſſen obern Theile L in den Einſchnitten der Dokken S S ſanft ſchieben läßt. In die Kapſel C wird der Zahn a b eingelegt. Wenn man die Kurbel M ſo drehet, daß die ſchiefliegende Fläche unter dem Zuge T ſteigt, und der Zahn b bis 1 an dem Schnekken kommt, dreht ſodann die Kurbel rükwärts, daß die gezahnte Stange und die ſchiefe Fläche niederſteigt, indeß man auf die Einfaſſung m des Zahns a b drükt, ſo macht die ſcharfe Schneide des Zahns b auf dem Schnekken F einen ſpiralförmigen Gang. Dies ſei für die Wirkung dieſes Inſtruments im Allgemeinen.

Da aber die Schnekken nicht immer gleiche Höhe haben, ſondern ſich vielmehr nach der Höhe der Uhren richten müſſen, und da man ferner nicht ſelten einem ſehr niedrigen Schnekken die nämliche Anzahl der Gänge giebt, als hohen, ſo iſt es nöthig, daß der Zahn b bei einer gegebenen Anzahl der Umdrehungen der Kurbel einen verſchiedenen Weg durchlaufe, je nachdem der Schnekken hoch oder niedrig iſt, desgleichen daß man Schnekken von einerlei Höhe mehr oder weniger Gänge geben könne. Ein ſolches Verändern des Gangs dieſes Zahns beruht auf der Neigung der ſchiefen Fläche I I in Rükſicht der Fläche der gezahnten Stange P R, denn macht man dieſe Fläche beinahe parallel mit den Seiten der gezahnten Stange P R, ſo wird, wenn man izt die Kurbel dreht, der Zug T und der Zahn b nur eine ſehr unmerkliche Bewegung machen, dahingegen, je größer der Winkel gegen die gezahnte Stange iſt, deſto weiter die Gänge des Zahns ſeyn werden. Dieſe Neigung der Fläche I läßt ſich vermittelſt der Stellſchraube V verändern, welche um h beweglich iſt, und an dem einen Ende l einen Zeiger hat, welcher die Winkel auf den gemachten Eintheilungen auf der Ebene g l der gezahnten Stange bemerkt. Iſt nun ſolchergeſtalt der Winkel beſtimmt, ſo befeſtigt man die ſchiefe Fläche I I mit derjenigen der gezahnten Stange vermittelſt der Schrauben 3, 4.

Die geneigte Fläche I I, wie ſie in der Zeichnung angegeben, dient die Schnekken in gewöhnlichen Taſchenuhren einzuſchneiden: will man aber Schnekken zu Taſchenuhren einſchneiden, welche 8 Tage gehen, oder ſolche, deren Bewegung links iſt, ſo darf man blos dieſer Fläche eine andre Neigung geben, ſo daß der Zeiger l nach g kommt, ſtellt

den

den Zahn zurük, und ſchneidet den Schnecken, indem man die Kurbel in entgegengeſezter Richtung drehet.

An die Dokken S S wird der Theil D D vermittelſt der Schrauben 6, 7 befeſtigt, an welchem ſich die Krümmung oder das ſtählerne Plättchen c befindet, deſſen Endzweck iſt, die verſchiedenen Vertiefungen des Zahns b an den Schnecken zu reguliren; der Stift n gleitet an dieſer Krümmung hin, um in den Schnecken einzugreifen, während daß die geneigte Fläche ihn bewegt. Von der Krümmung dieſes Plättchen hängt diejenige des Schnecken ab, und folglich die abfallenden Größen ihrer Durchmeſſer, oder welches einerlei iſt, man muß für den verſchiedenen Abfall der Schnecken verſchiedene ähnliche ſtählerne Führer haben.

Die Stellſchraube o dient, den Theil D'15, worauf das Ende des Plättchen o aufzuliegen kommt, zu erheben und zu ſenken, je nachdem es für die verſchiedene Größe der Schnekken erforderlich iſt.

Die Verbindung des Schnecken mit der Welle geſchieht folgendergeſtalt. Das Ende der Welle des Schnecken wird in das kegelförmige Loch im Mittelpunkte der Grundfläche d eingeſtekt, ſo wie deſſen anderes Ende in das gleichfalls kegelförmige Loch des Stifts 14, welcher von dem Arme an dem Träger OS gehalten, und vermittelſt der Schraube f befeſtiget wird, wodurch denn der Schnecken im Mittelpunkt der Welle A d ſtehet. Damit nun aber dieſe den Schnecken mit ſich herumdrehe, ſo dient das Stük W Fig. 2, welches zween Einſchnitte hat, die in die Nägel an der Grundfläche d einfallen. Innerhalb dieſes Stüks W läßt ſich deſſen vierekkiges Loch, worinn der vierekkige Zapfen des Schnecken gelegt wird, erweitern und verengern, ſo daß vermittelſt der Schraube a dieſes Stük W mit dem Schnecken befeſtiget wird, legt dieſes Stük mit dem daran befeſtigten Schnecken vermittelſt ſeiner Einſchnitte in die Stifte an der Grundfläche d, und den andern Zapfen des Schnecken in 14, ſo daß auf dieſe Art der Schnecken mit der Welle A d durch die Kurbel herumgedreht werden kann.

K iſt eine Stellſchraube, welche dazu dient, den Theil C und mithin den Zahn b, der da hineingelegt wird, nach der Grundfläche des Schnecken zu ſtellen, je nachdem es die verſchiedene Länge eines Schnecken nöthig macht; dieſer Theil C hat unterwärts eine Schraube, um ihn mit dem Zuge T L zu befeſtigen, wenn er an ſeinen gehörigen Ort geſtellt iſt.

Die Welle A d liegt innerhalb G und Q in den Dokken N S und Q Z, die an der Stange X Y vermittelſt der Schraube W und des Stifts 16 feſt geſtellt werden können.

Die Dokke Q Z hat unterwärts einen Abſaz, um die ganze Maſchine in einen Schraubeſtok zu ſpannen, wenn man einen Schnecken einſchneiden will. An dieſer Dokke Q Z iſt die Schiene 12, 13 befeſtiget, an welcher ſich die gezahnte Stange P R in einer Art von Ausſchnitt bewegt, den das übergelegte Blech p' q' macht, das vermittelſt Schrauben darauf befeſtiget worden.

Um

Um nun einen Schnecken zu ſchneiden, muß man ihn erſt mit der Welle A d, befeſtigen. Es ſei z. B. der Schnecken F, den man einſchneiden, und ihm 6 Umgänge geben wolle. Man drehe daher die Kurbel von der Rechten zur Linken, um den Punkt I, 3 der geneigten Fläche unter dem Zuge T ſteigen zu laſſen, und in dieſer Lage lege man den Zahn b an die Grundfläche 1 des Schnecken, welches vermittelſt der Stellſchraube K geſchieht. Wendet man nun die Kurbel von der Linken zur Rechten, ſo zähle man die Anzahl der Umgänge, die die Kurbel, und ſolchemnach eben der Schnecken macht, während dem daß der Zahn die Höhe des Schnecken erreicht hat: ſind dies mehr als 6 Umgänge, ſo muß man vermittelſt der Schraube V den Zeiger t von g weiter abſtellen, ſind deren hingegen weniger, eben dieſen Zeiger l näher an g rükken, bis daß die ſchiefe Fläche die genaue erforderliche Neigung erhalten, worauf man den Schnecken ungehindert wird ſchneiden können.

Um nun die verlangten Gänge am Schnecken zu erhalten, drehe man die Kurbel von der Linken zur Rechten, während daß man zu gleicher Zeit auf den Griff m drükt, damit der Zahn b eingreife, und von der Grundfläche des Schnecken bis zu deſſen Höhe Gänge bilde, die man durch wiederholtes Anfangen auf dieſe Art zu der verlangten Tiefe erhalten wird, ſo daß die Kette um den vierten Theil deren Breite ohngefähr darin liegen könne. Dies iſt ohngefähr das Verfahren, um einen Schnecken einzuſchneiden *).

V.

Beſchreibung zweier Inſtrumente zu Unterſuchung des Ganges einer Uhr.

Um den Gang der Uhren je nach ihrer ihnen gegebenen Lage, Neigung, oder dem Grade der Temperatur, dem man ſie ausſezzen will, zu unterſuchen, hat ſich Herr Berthoud folgendes Inſtruments bedient. **)

A B C Taf. VIII. Fig. 1. iſt ein den Uhrmachern ſehr bekanntes Inſtrument, welches ſie die Hand nennen, und ihnen dazu dient, Uhren während ihrer Behandlung zu halten. Man legt zu dieſem Ende die Platte der Uhr zwiſchen drei Aerme A, B, C, deren einer Fig. 2 beſonders abgebildet iſt, und wodurch die Uhr auf dieſer Maſchine feſt gehalten wird, ſo wie man die Schrauben dieſer Aerme anzieht.

Dieſe Hand bewegt ſich gedrang um ihren Mittelpunkt D. Die Faſſung der Hand iſt in Grade eines Zirkelbogens abgetheilt, ſo daß indem man dieſe Hand herum bewegt, man

*) Dieſes Werkzeug, das vollkommenſte zu dieſer Abſicht, hat mein Freund, Herr Praſſe mit einigen Veränderungen nachgebaut, von denen ich in der Folge Nachricht geben werde. Von der Vollkommenheit dieſes Werkzeugs ſo wohl zu Schnekken als Schrauben bin ich Augenzeuge, ſo wie auch jeder aufmerkſame Künſtler davon nach den Grundſäzzen überzeugt werden wird, worauf deſſen Bau beruht.

**) Eſſay ſur l'horlog. par Mr. Berthoud. T. II. p. 188.

man die zwölfte Stunde ober= oder unterwärts, oder auf dieſe oder jene Seite ſtellen kann. Der Theil EB, welcher die Hand trägt, iſt um den Mittelpunkt G des Halbzirkels I, G, H beweglich, ſo daß die Uhr ſowohl horizontal als vertikal, und auf jeden andern Neigungswinkel geſtellt werden kann. Der Zeiger GK bemerkt auf dem in Grade eingetheilten Halbzirkel dieſe oder jene der Uhr gegebene Neigung.

Um die Einwirkung der Temperatur auf die Uhr zu beobachten, ſezt Herr Berthoud ein nach Reaumur eingetheiltes Queckſilber=Thermometer ſeitwärts. LM iſt die meſſingene Platte, an welcher die Eintheilungen geſtochen, und das Thermometer ſelbſt eingehangen iſt. NOPQ iſt eine gläſerne Glokke, welche mit klein gehaktem Eiſe umgeben wird, wenn man die Wirkung der Kälte auf die Uhr unterſuchen will.

Das zweite zu der nämlichen Abſicht eingerichtete Inſtrument *) Taf. VIII. Fig. 6, dient beſonders zu Unterſuchung des Iſochronismus ſowohl kleiner Längenuhren als auch Taſchenuhren, indem man der Unruhe verſchiedene Bogen beſchreiben läßt. Zu dieſem Entzwecke lege man, wenn die Uhr horizontal liegt, an den viereckigen Zapfen des Schnekken eine Röhre mit einem vierekkigen Loche. Dieſe Röhre trägt die Rolle A, um welche eine Darmſeite geſchlagen iſt, welche über die Gegenrolle B geht. An dem andern Ende dieſer Seite hängt ein Gewicht P, welches dazu dient, um die Wirkung der Hauptfeder, je nachdem der Zug dieſes Gewichts über die Rolle geht, aufzuhalten oder zu verſtärken; bei dem einen Falle vermehrt alſo das Gewicht die bewegende Kraft, bei dem andern dient dieſes Gewicht P zum Gegengewichte. Die Lage der Rolle B iſt auf ſicherm Standpunkte beweglich, und dient dazu, um dieſe Richtung der Saite, je nachdem man ſie nöthig hat, zu verändern, d. i. je nachdem man die von der Unruhe beſchriebenen Bogen vergrößern oder vermindern will.

Der zweite Gebrauch dieſes Inſtruments iſt, eine Uhr unter verſchiedenen horizontalen, vertikalen und geneigten Lagen zu unterſuchen. Zu dieſem Entzwecke hat die Platte FF, welche die Hand RR hält, und auf welcher die Uhr GG befeſtiget wird, den Mittelpunkt ihrer Bewegung bei H, und kann anſtatt ihrer horizontalen Lage vertikal oder geneigt geſtellt werden: die Anzahl der Grade dieſer Neigungen werden vermittelſt des Zeigers I an einem Quadranten KK, der in ſeine 90 Grade getheilt iſt, angemerkt.

Die Säule LM, welche dieſes Inſtrument trägt, ſteht auf dem breiten Fuße N feſt, welcher noch überdies mit Blei ausgegoſſen worden; auch iſt dieſe Säule ſelbſt vierekkig und ſtark.

Die 7. Figur ſtellt die Vorrichtung für die Rolle beſonders vor, welche zu dieſen Verſuchen nöthig iſt. A iſt die Gegenrolle, BCD ihr Lager, der Anſaz D liegt an dem Theile E an, deſſen Anſaz F an den Theil FG befeſtiget wird, ſolchergeſtalt, daß dieſe Rolle hori=

*) De la Meſure du tems par M. Berthoud. p. 147.

horizontal und rechter und linker Hand geneigt, je nachdem man die bewegende Kraft vermehren oder verringern will, geſtellt werden kann. Der Theil H des Stüks F G wird mit dem Theile, worauf die Uhr ſteht, mit Schrauben befeſtiget.

VI.
Mikrometerzirkel zu Unterſuchung der Stärke der Blätter zu Spiralfedern von Herrn Berthoud. *)

Um den Iſochronismus der Vibrationen der Unruhe vermittelſt einer Spiralfeder zu erhalten, iſt es ſchlechterdings nothwendig, daß das Blatt, welches zu einer ſolchen Feder dienen ſoll, vom Mittelpunkte aus in fortlaufender Progreſſion, ſo wie ich ſie durch die Erfahrung gefunden habe, ſpiralförmig gewunden ſei. Um nun ſolchen Blättern zu Federn dieſe verhältnißmäßigen Dimenſionen zu geben, iſt es nöthig, ſie mit der genaueſten Schärfe abzumeſſen, wozu der Fig. 5 Taf. VIII. vorgeſtellte Zirkel dient.

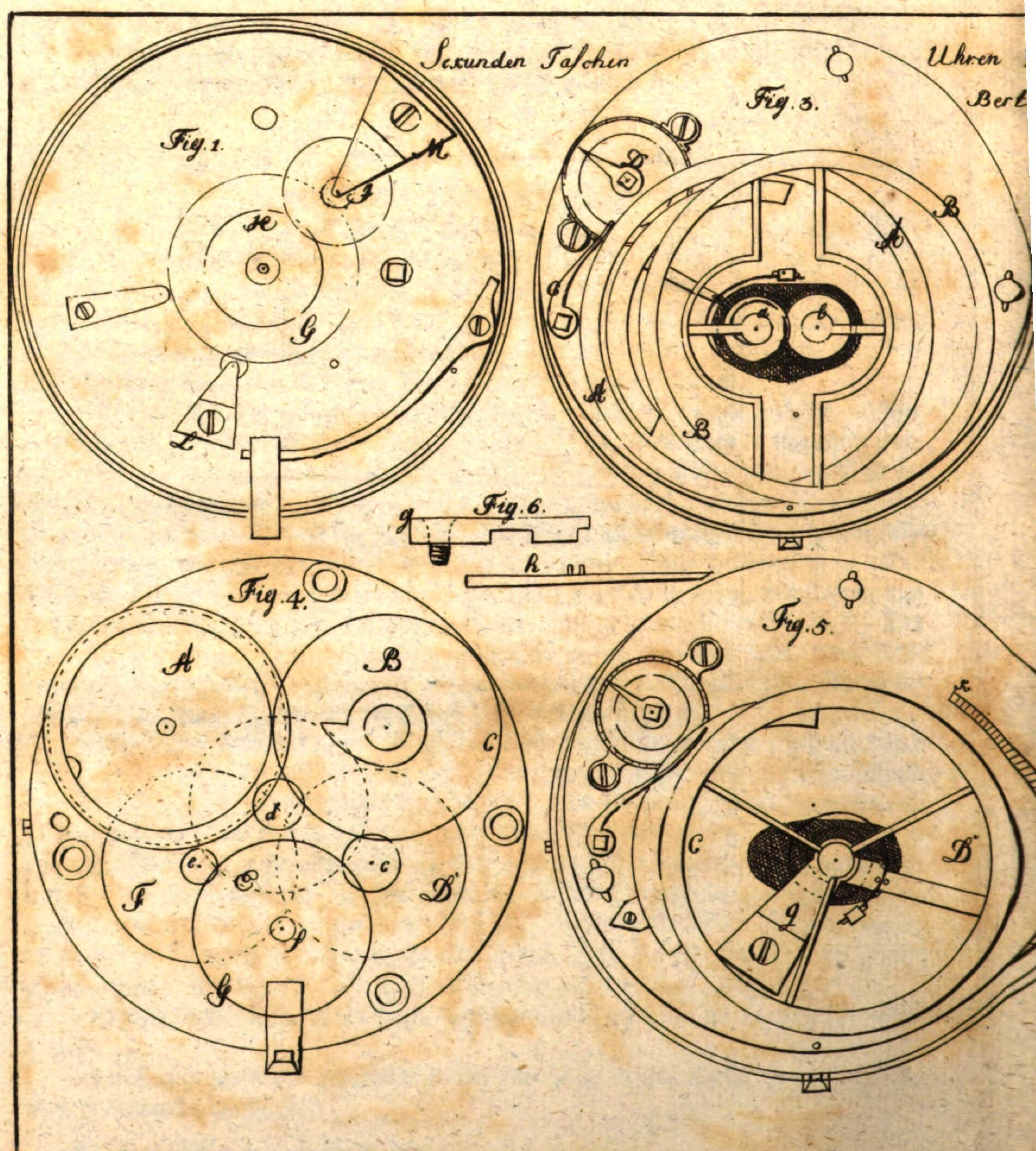
Dieſer Zirkel beſteht aus dem Kreisbogen a B, deſſen Mittelpunkt in A iſt. Der Kreisbogen B iſt auf der Theilungsmaſchine in halbe Grade eines Bogens eingetheilt worden. Um den Mittelpunkt A iſt auf zwei Zapfen der Zeiger A d beweglich. C iſt der Kloben für dieſen Zeiger. Der Limbus B trägt den Hebel D E F, welcher bei D um zwei Zapfen zwiſchen dem Kloben G beweglich iſt. Auch hat der Limbus bei E einen kleinen ſtählernen Kloben, welcher vermittelſt einer Schraube und zwei Stifte befeſtiget iſt. Der Schnabel a dieſes Kloben macht mit dem Arme ED des Hebels die Spizze des Zirkels; dies iſt eine Art Bakken, worin man das Blatt der Feder, welches man meſſen will, einlegt. Der große Arm F eben dieſes Hebels trägt bei b einen Schieber mit einer Schraube, deren Ende auf den Anſaz c des Zeigers A d wirkt, und verurſacht, daß die Spizze d einen Winkel beſchreibe, deſſen Anzahl an Graden das Maaß der Stärke der Feder iſt.

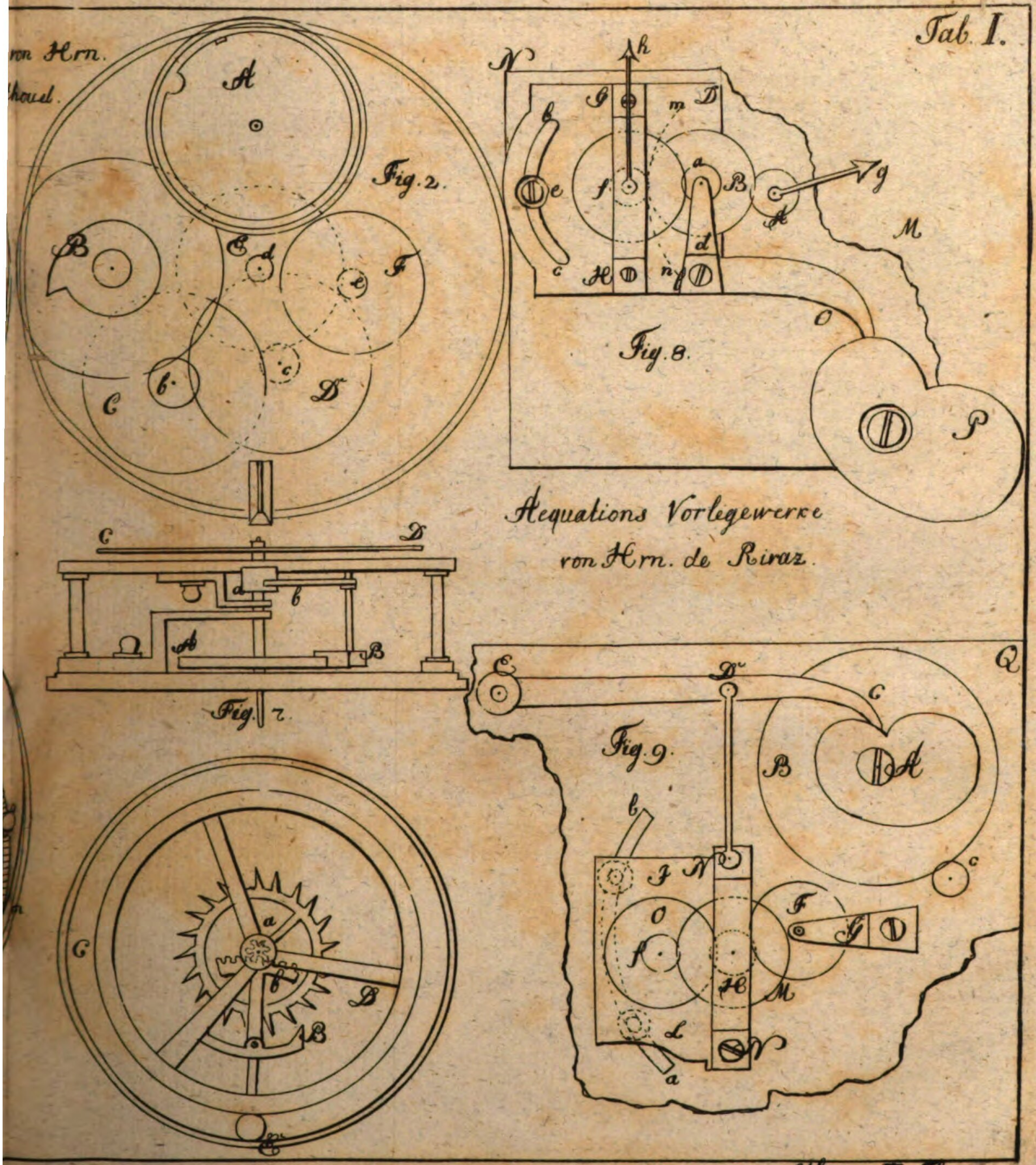
Der Zeiger A d wird gegen ſeinen Mittelpunkt vermittelſt der Feder f gedrukt, damit das Ende des Hebels ſich auf den Abſaz a ſtüzze, der ihn zurükhält, und in dieſem Stande zeigt der Zeiger auf o des eingetheilten Kreisbogens. Der Schieber b iſt durch eine Schraube auf das Ende F des Hebels befeſtiget; allein man kann ihn vom Mittelpunkte A entfernen oder ihm nähern, je nachdem man die Wirkung auf den Zeiger vergrößern oder vermindern will, d. i. den Zirkel mehr oder weniger empfindlich machen. Ich habe ihm die Einrichtung gegeben, daß jede Eintheilung auf dem Limbus $\frac{2}{100}$ Theilen einer Linie entſpricht, welches ich durch verhältnißmäßige Näherung des Schiebers b gegen den Mittelpunkt A des Zeigers erhalten habe. Die Maaße dieſes Mikrometerzirkels ſind der Zeiger 38 Linien $\frac{1}{2}$

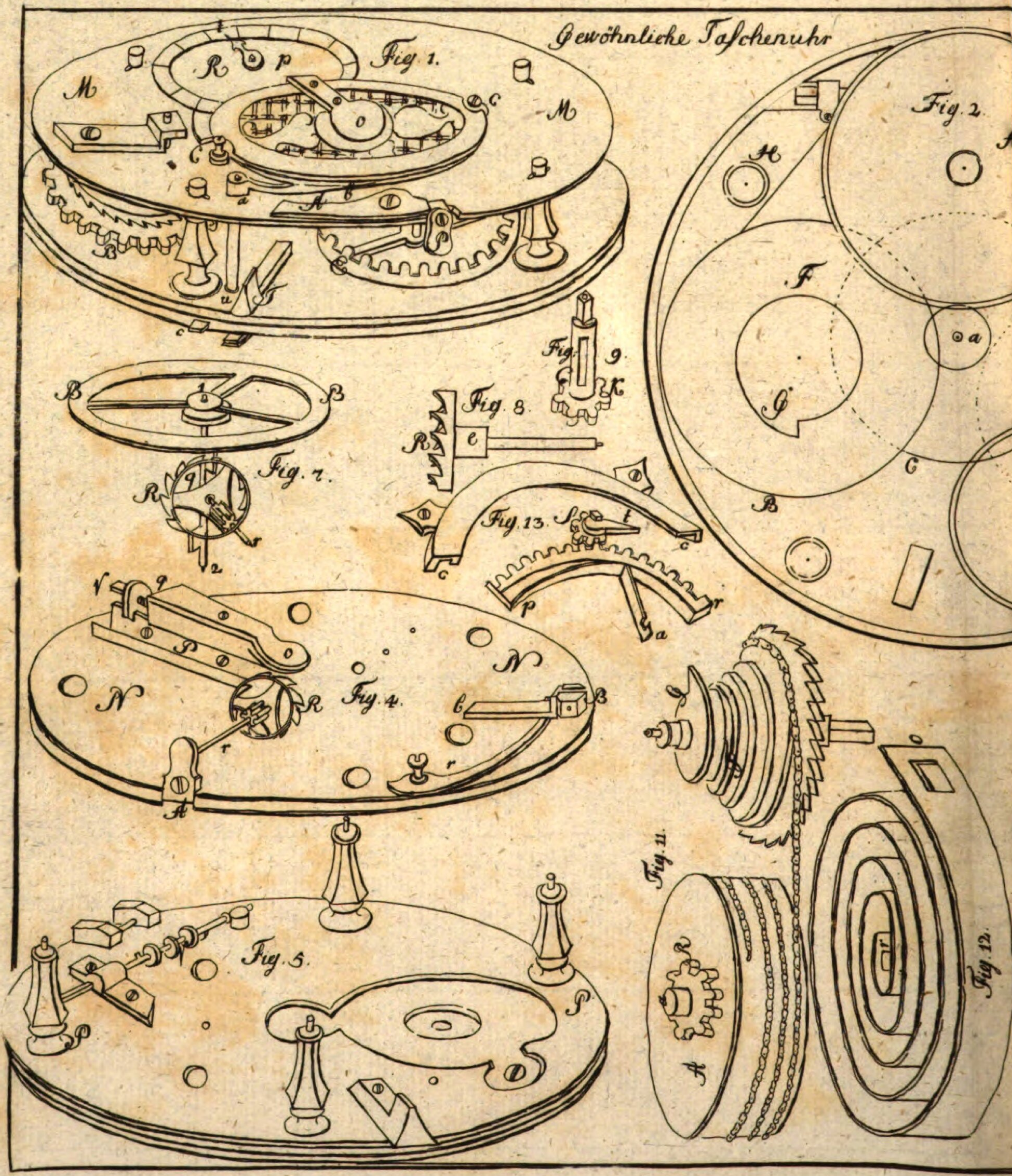
Abſtand der Mittelpunkte des Zeigers und des Hebels 29 Linien, kleiner Arm des Hebels 3 Linien $\frac{7}{12}$,

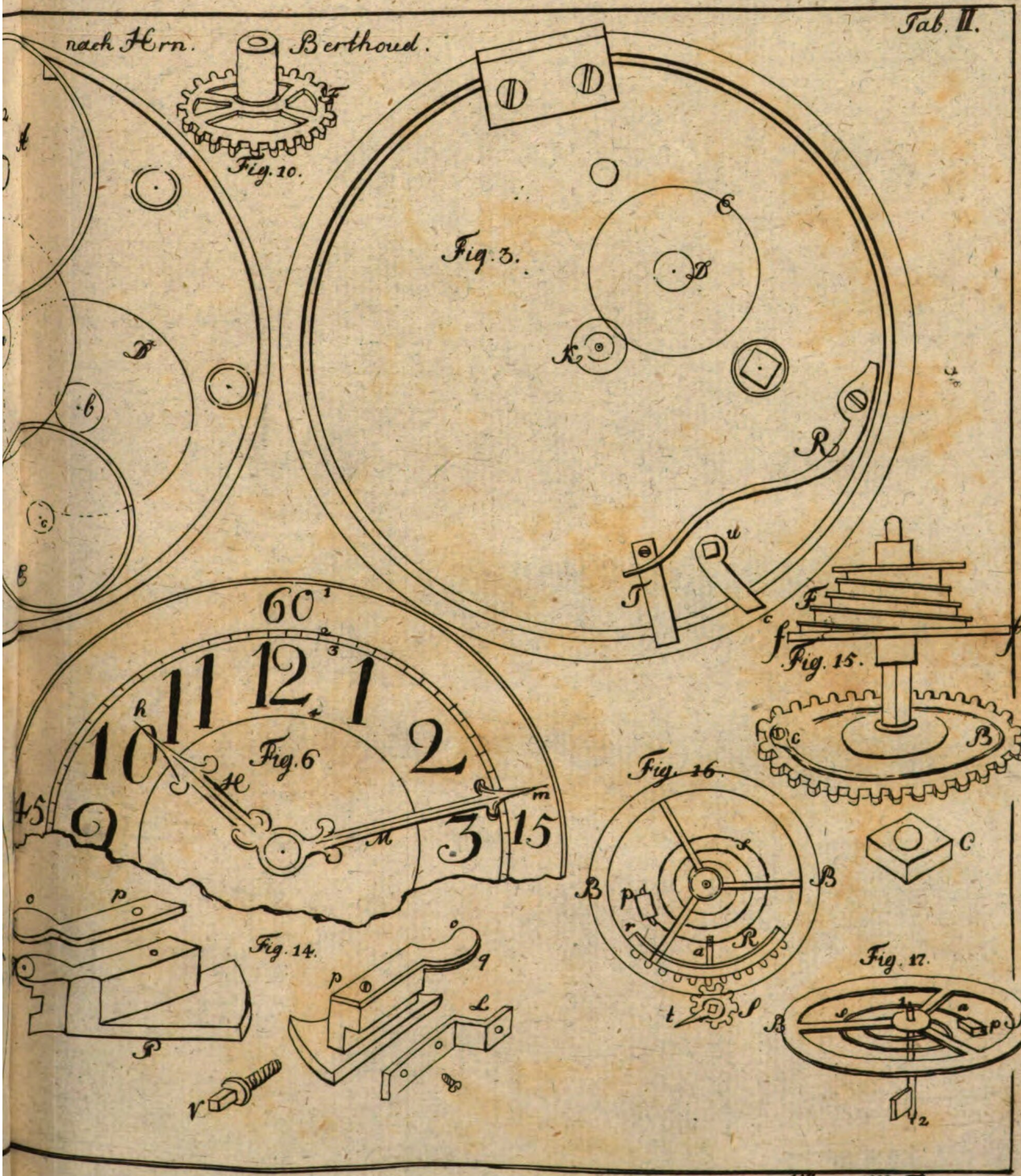
Berührungspunkt des großen Hebels auf dem Zeiger in einer Entfernung von 4 Linien vom Mittelpunkte des Zeigers.

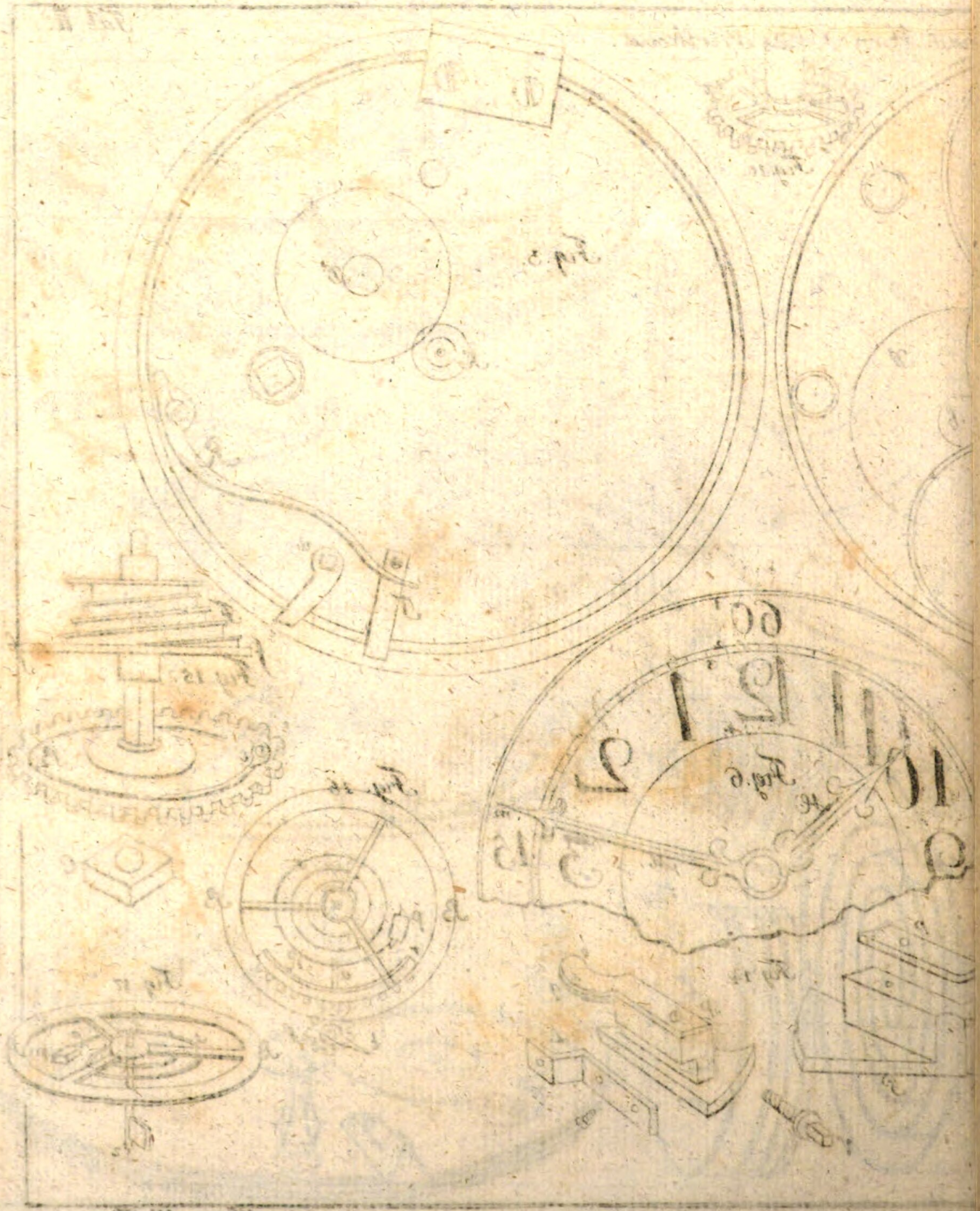
*) De la Meſure du tems par M. Berthoud. p. 148.

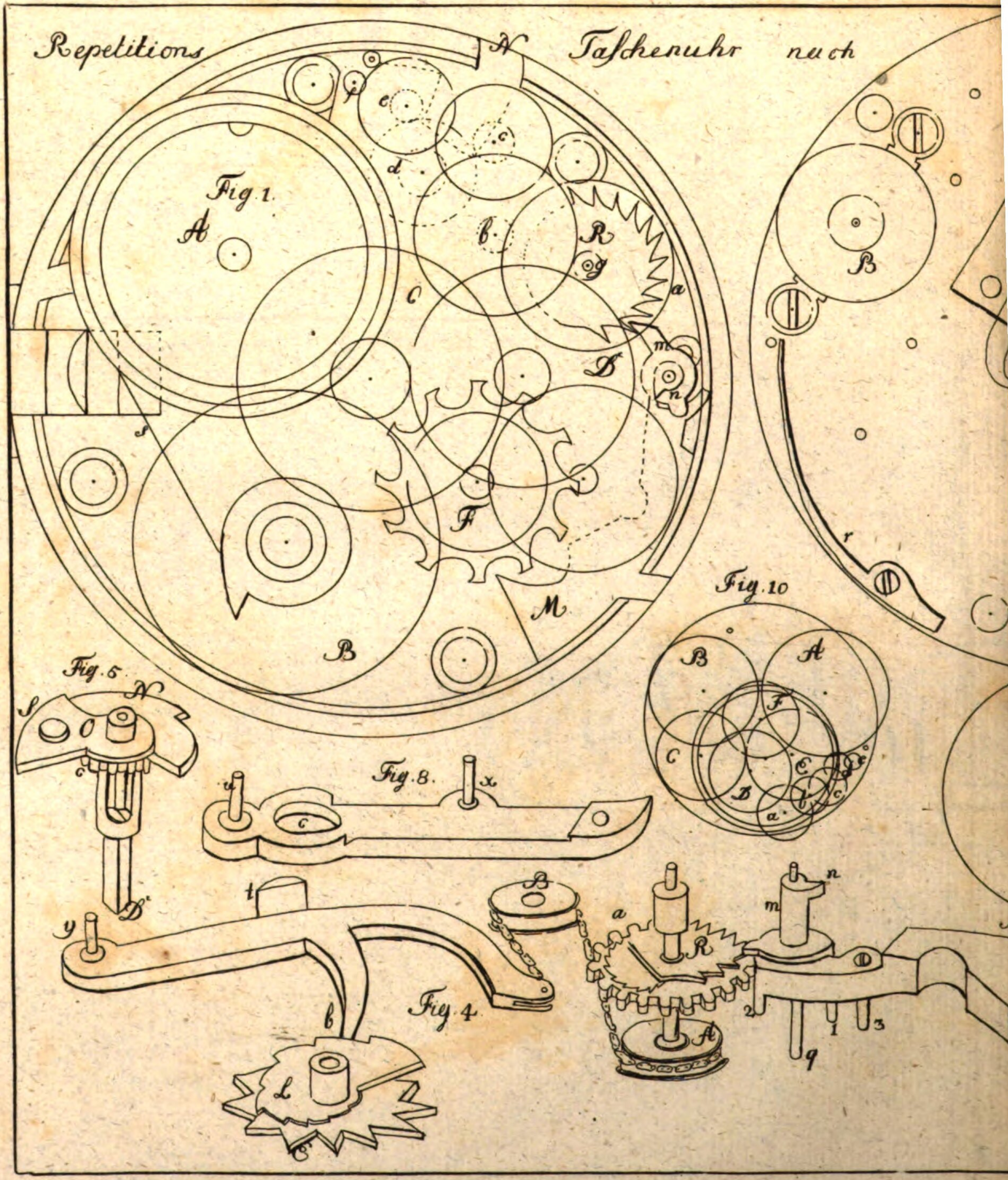

Sexunden Taſchen
Uhren
Bert
Fig. 1.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.

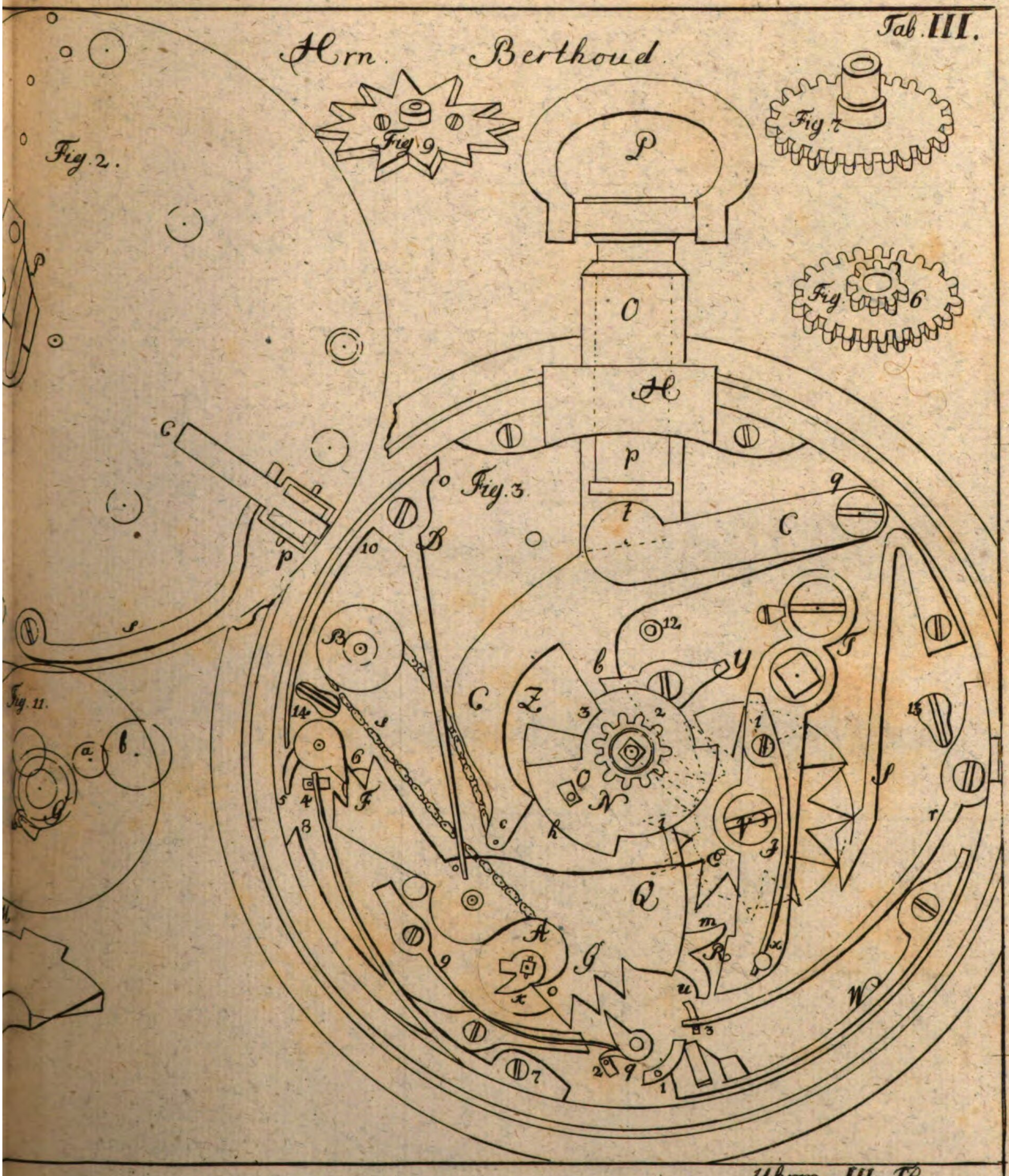

Tab. I.
Fig. 2.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Aequations Vorlegewerke
von Hrn. de Riraz.


Gewöhnliche Taſchenuhr
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 9.
Fig. 8.
Fig. 7.
Fig. 13.
Fig. 4.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 5.

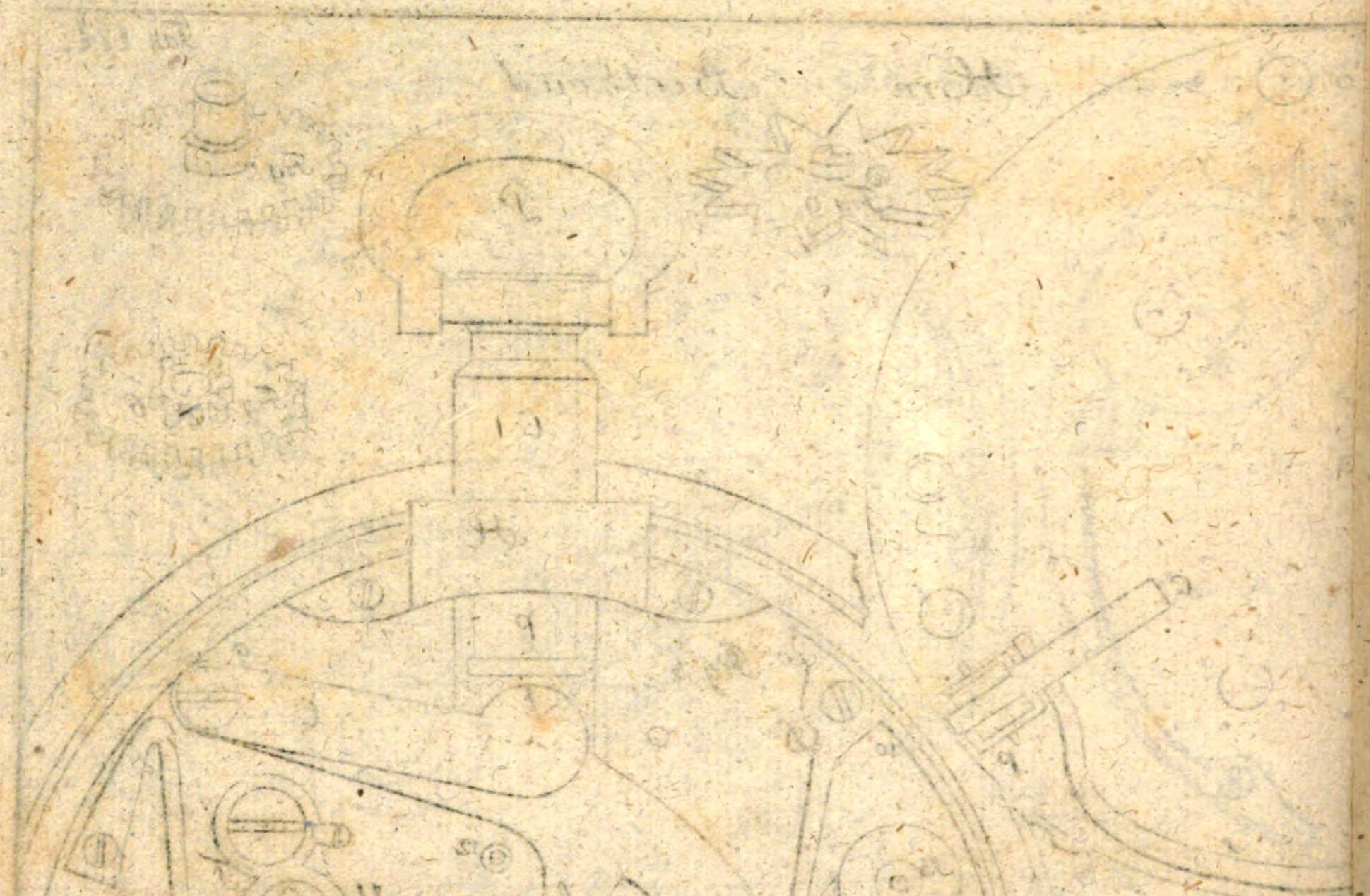

nach Hrn. Berthoud.
Tab. II.
Fig. 10.
Fig. 3.
Fig. 6
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 14.
Fig. 17.

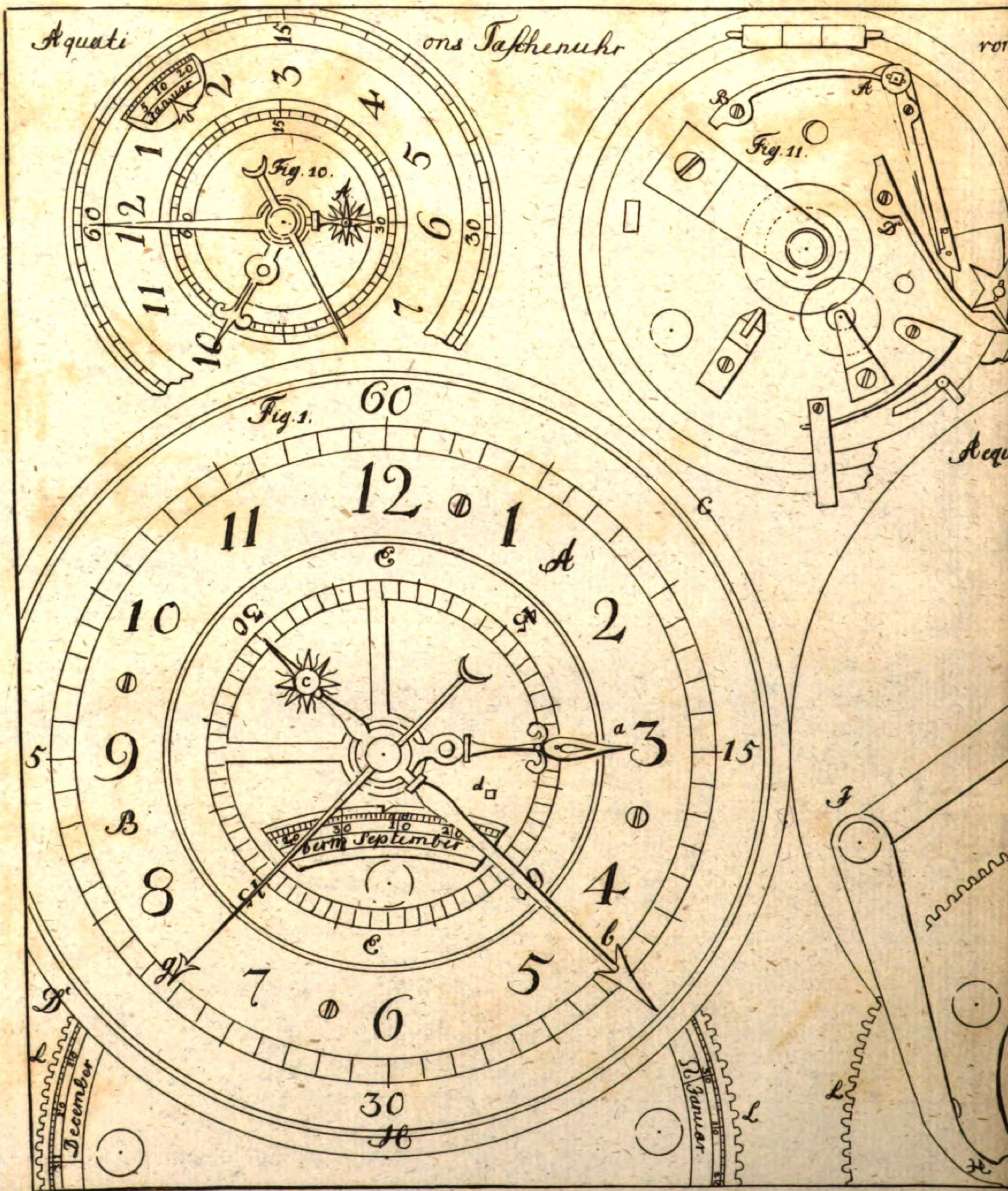


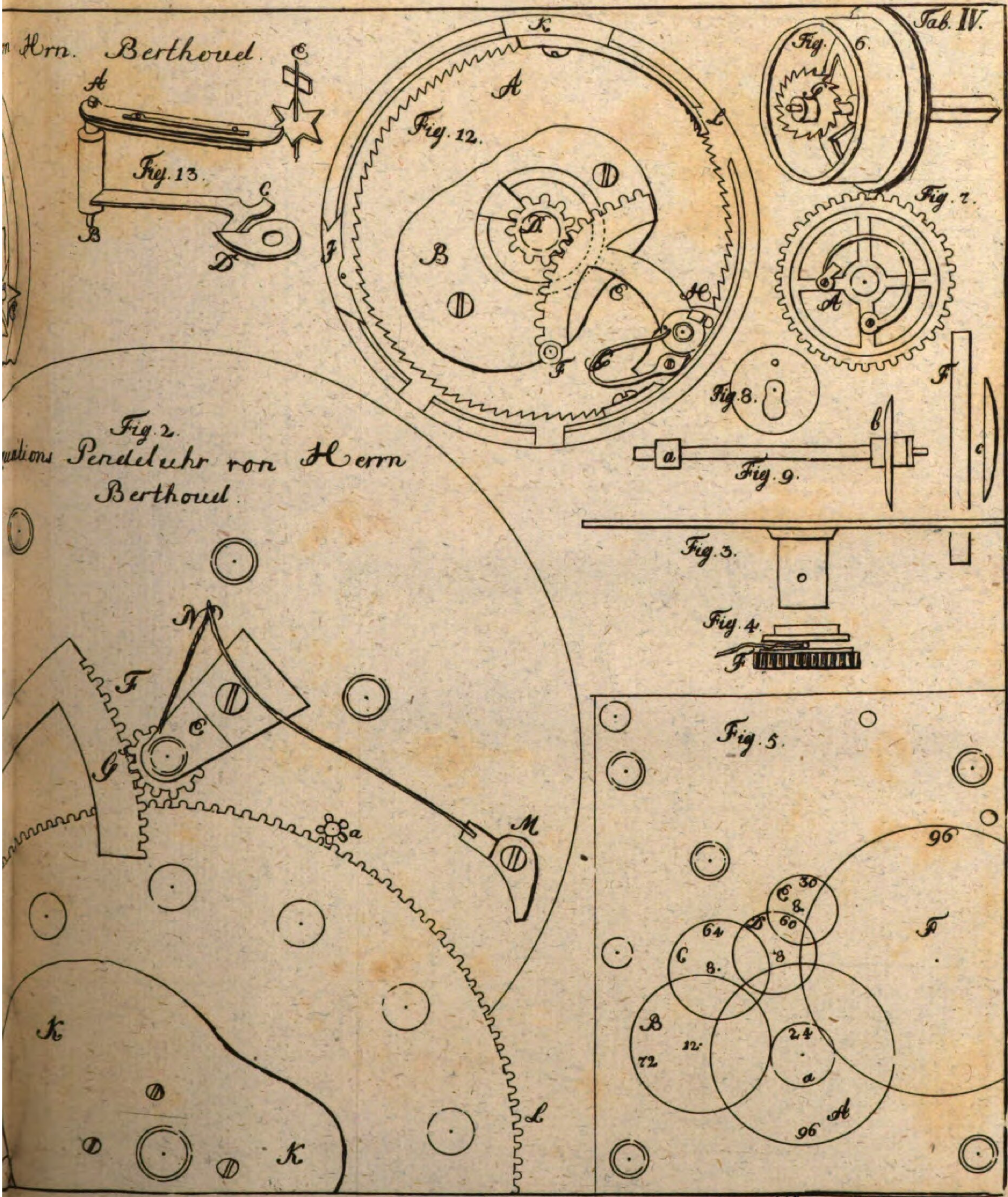

Repetitions Taſchenuhr nach
Fig. 1.
Fig. 10
Fig. 5.
Fig. 8.
Fig. 4



Uhrm. III. Th.




Aquati
ons Taſchenuhr
Fig. 10.
Januar
Fig. 11.
Fig. 1.
September
December
Januar


Tab. IV.
Hrn. Berthoud.
Fig. 13.
Fig. 12.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 2.
Pendeluhr von Herrn
Berthoud.
Fig. 5.
96
30
60
64
24
72
12
96

Uhrm. III. Th.

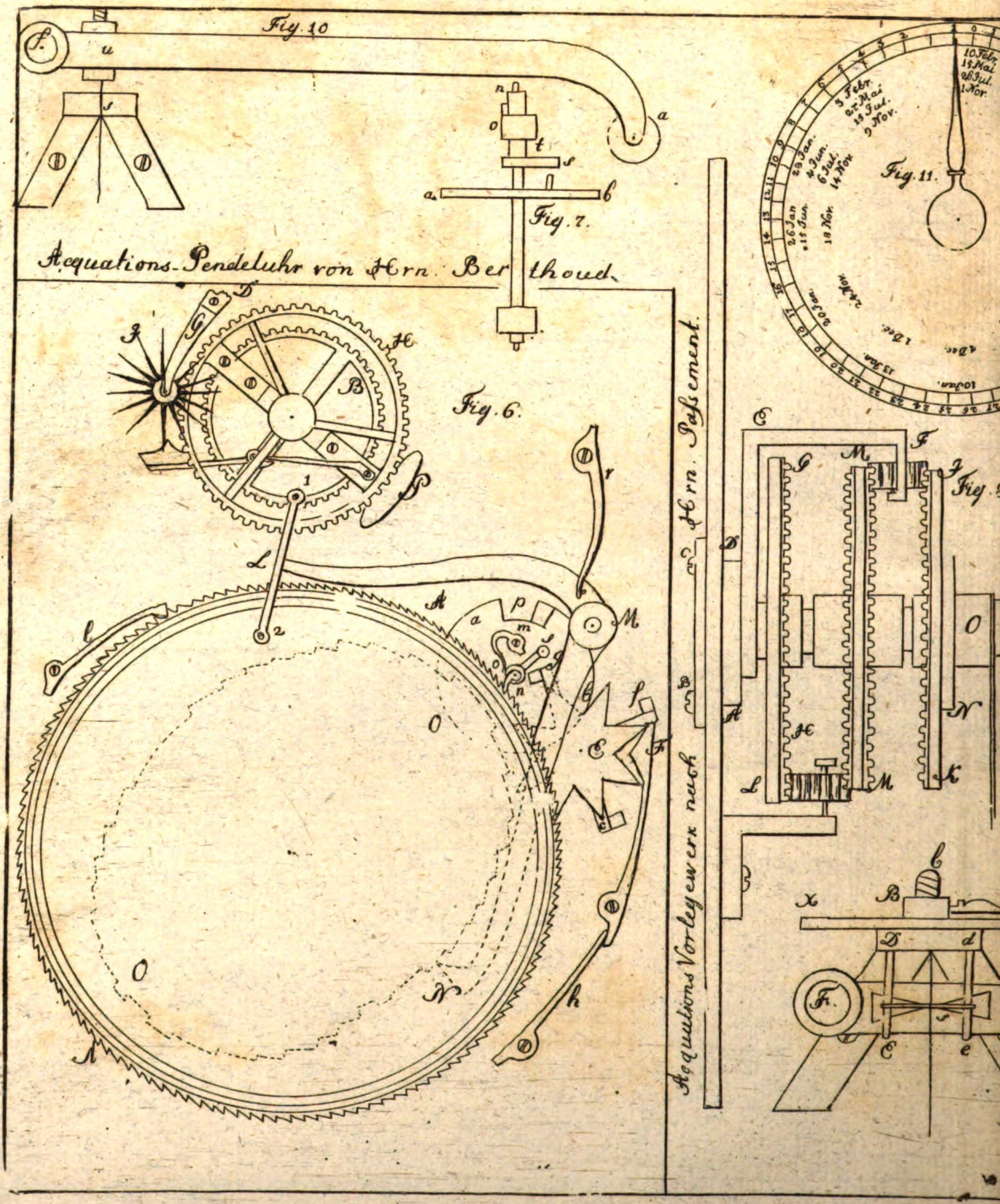
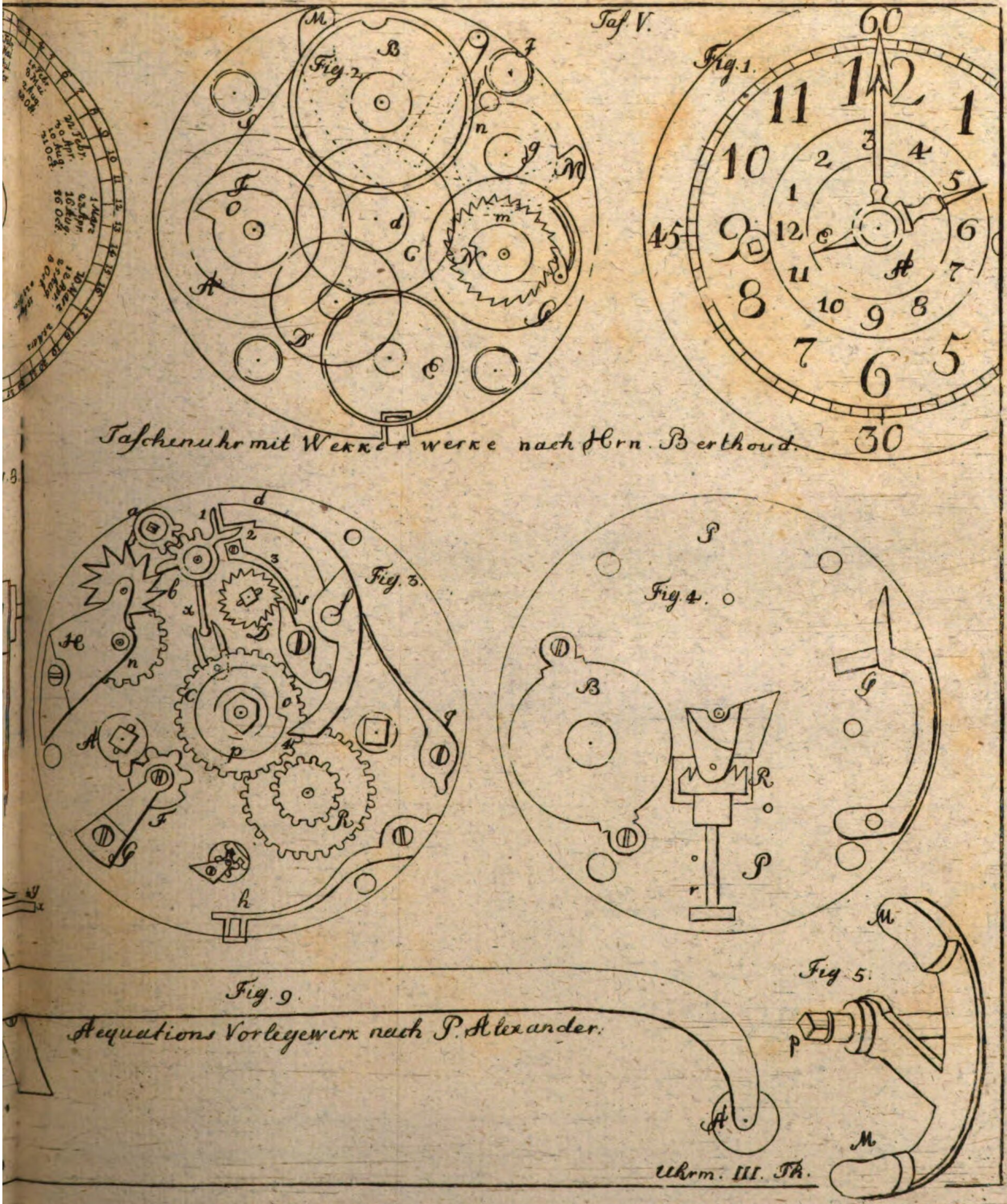
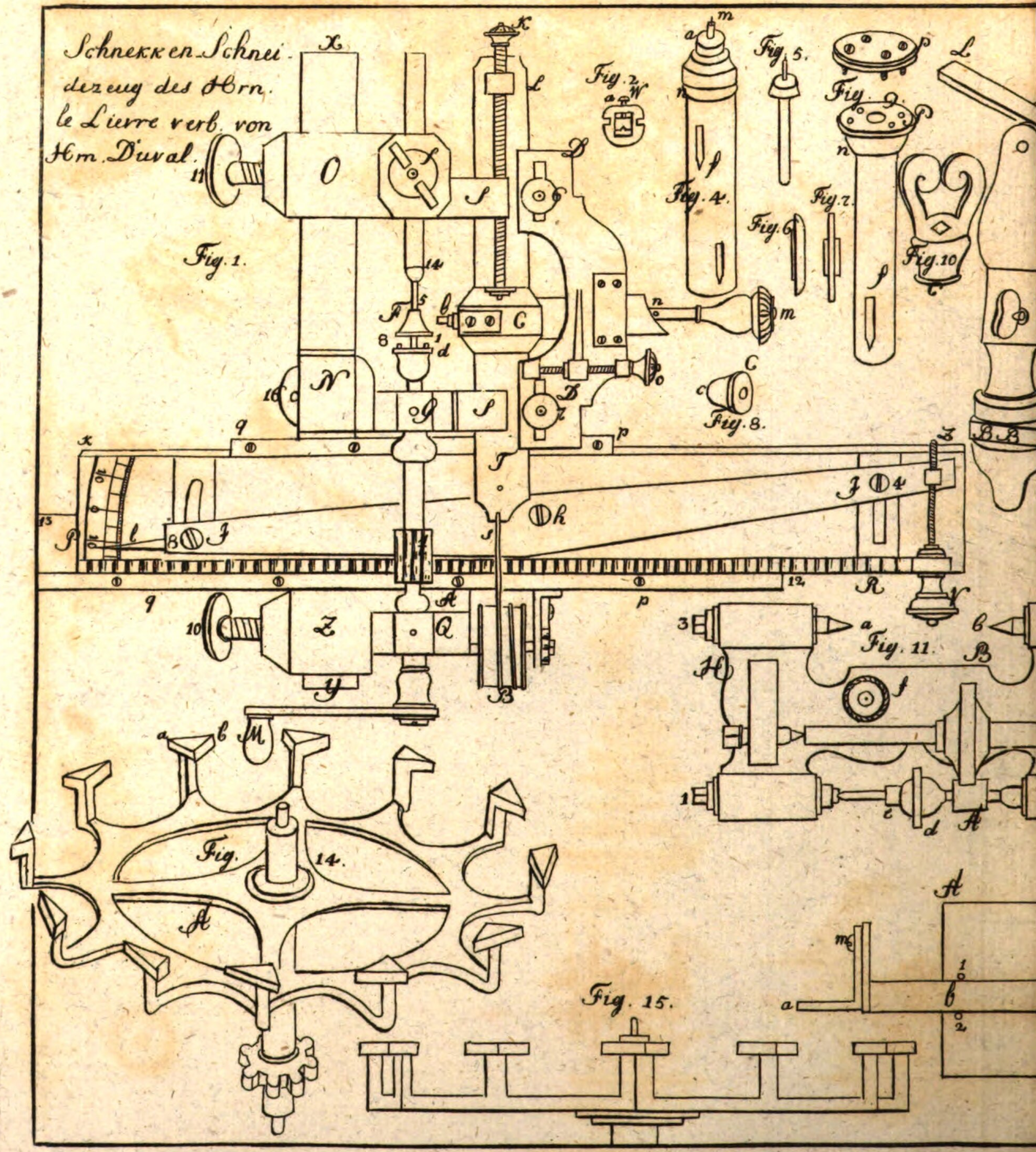
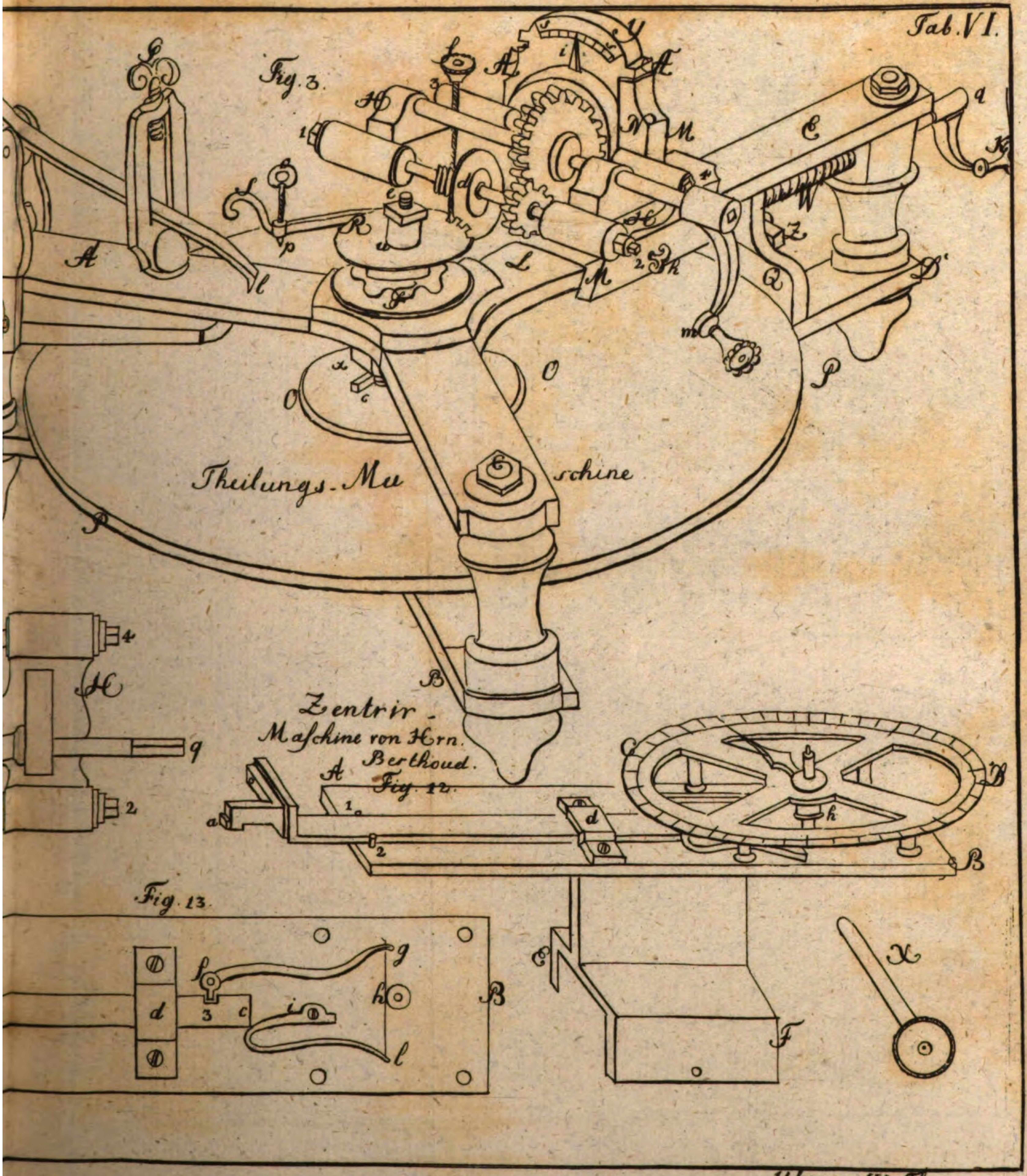
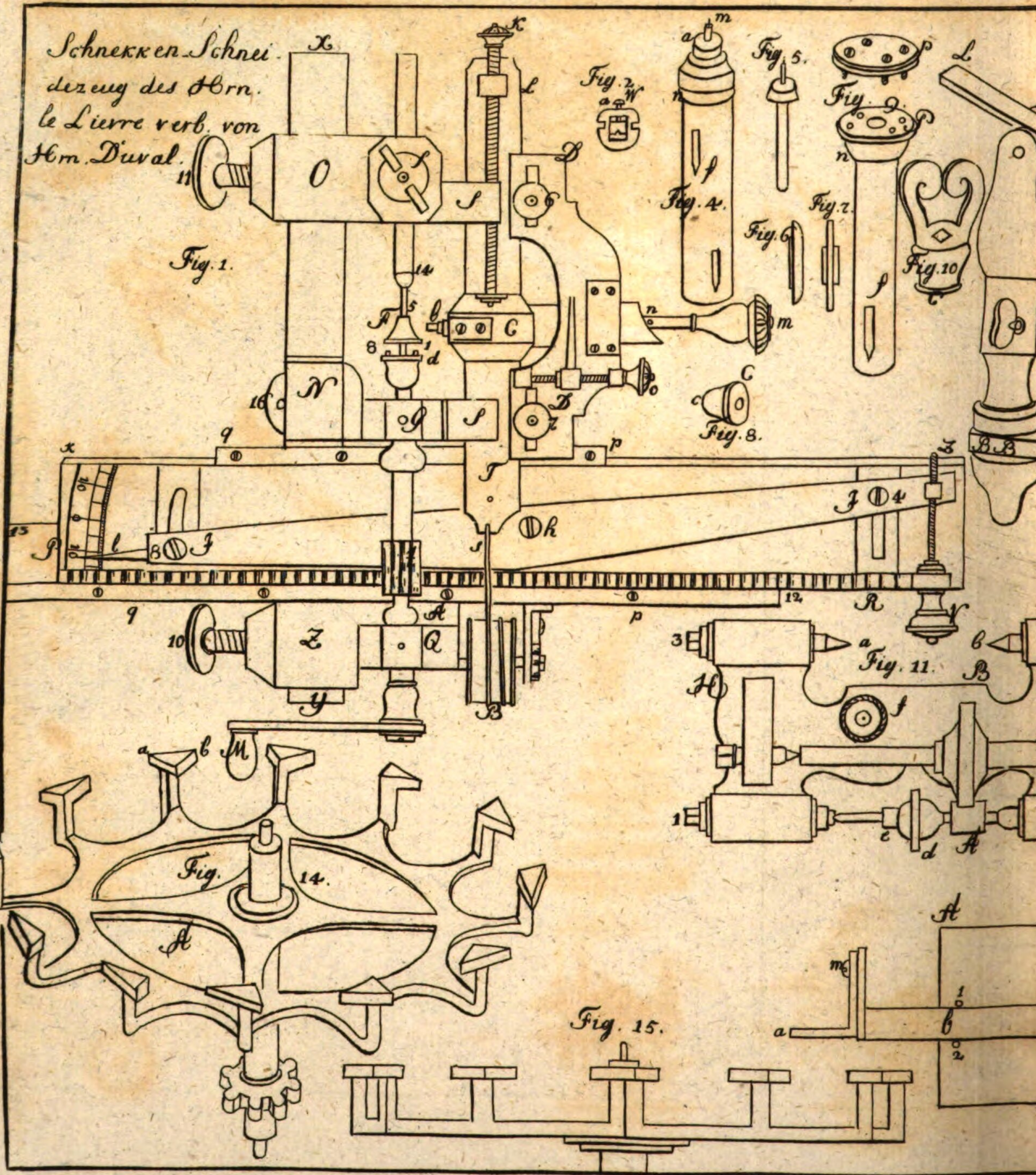


Fig. 10
Fig. 7.
Fig. 11.
Aequations-Pendeluhr von Hrn. Berthoud.
Fig. 6.
Aequations Vorlegewerk nach Hrn. Paſsement.


Taf. V.
Fig. 1.
Fig. 2.
Taſchenuhr mit Wekker werke nach Hrn. Berthoud.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 9.
Aequations Vorlegewerk nach P. Alexander.
Uhrm. III. Th.


Schnekken-Schneidezeug des Hrn. le Lievre verb. von Hrn. Duval.
Fig. 1.
Fig. 2
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10
Fig. 11.
Fig. 14.
Fig. 15.


Tab. VI.
Fig. 3.
Theilungs-Maſchine
Zentrir-Maſchine von Hrn. Berthoud.
Fig. 12.
Fig. 13.


Schnekken-Schneidezeug des Hrn. le Lierre verb. von Hrn. Duval.
Fig. 1.
Fig. 2
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10
Fig. 11.
Fig. 14.
Fig. 15.

Tab. VI.

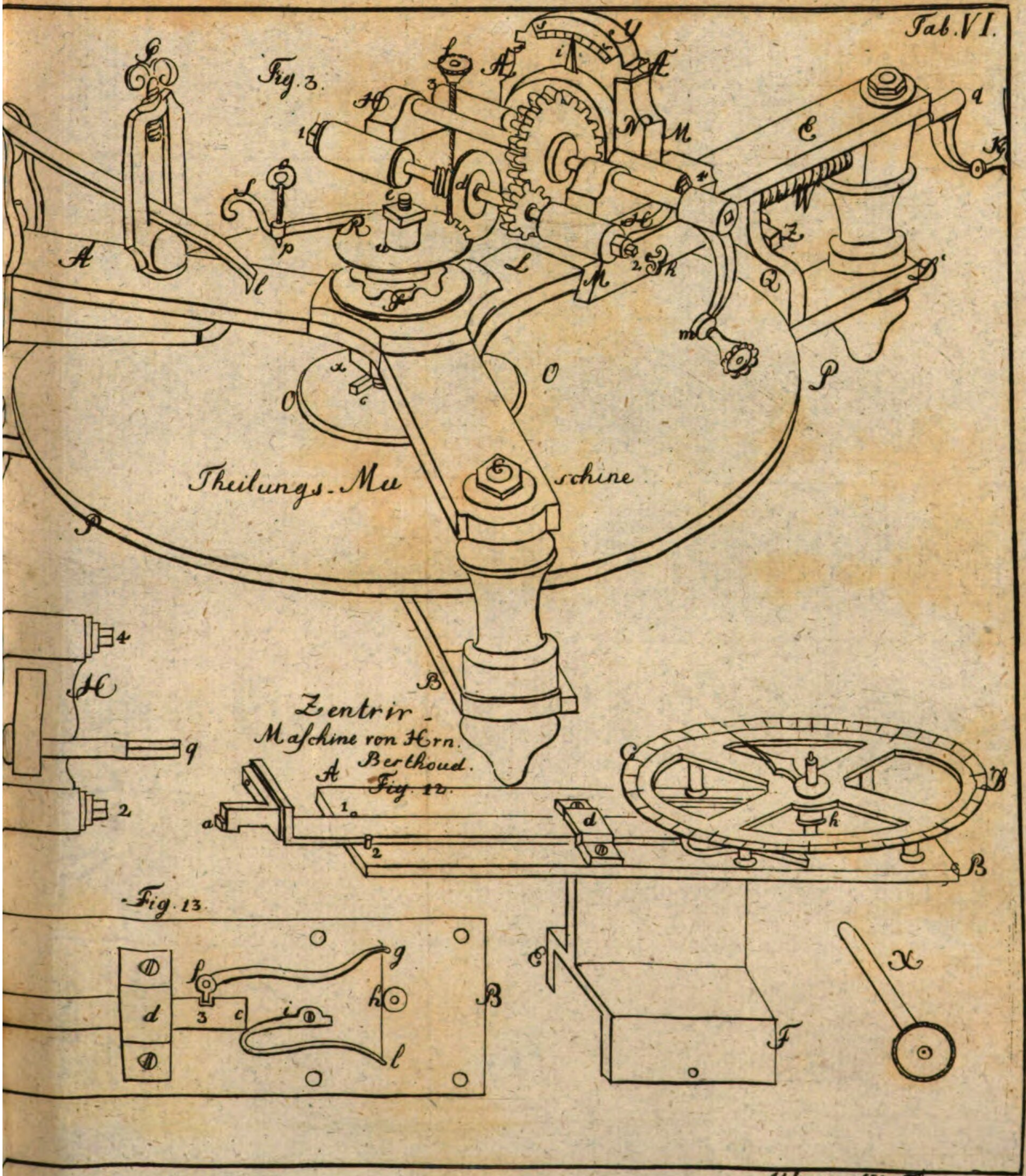


Fig. 3.
Theilungs-Maschine
Zentrir-Maſchine von Hrn. Berthoud.
Fig. 12.
Fig. 13.

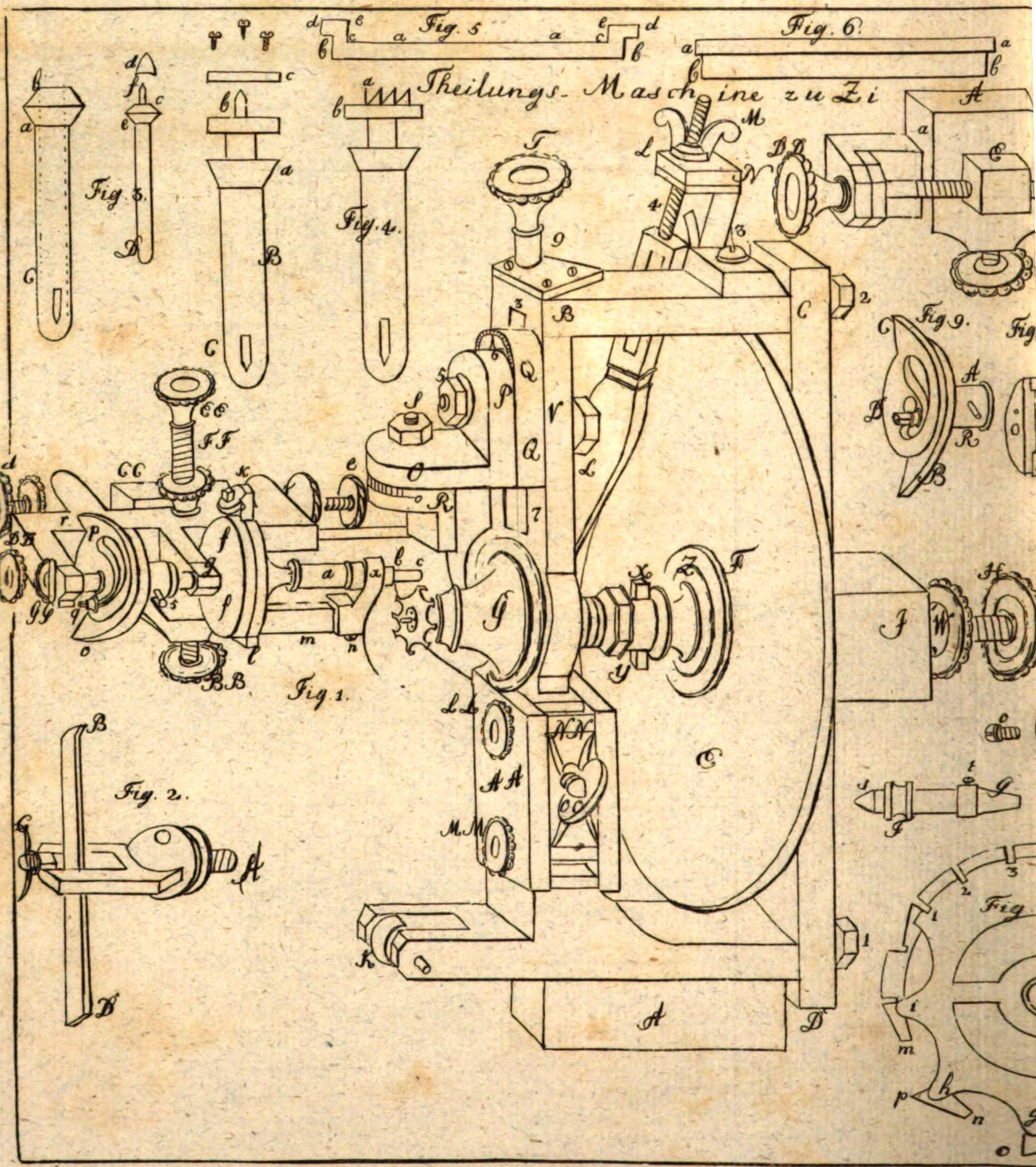
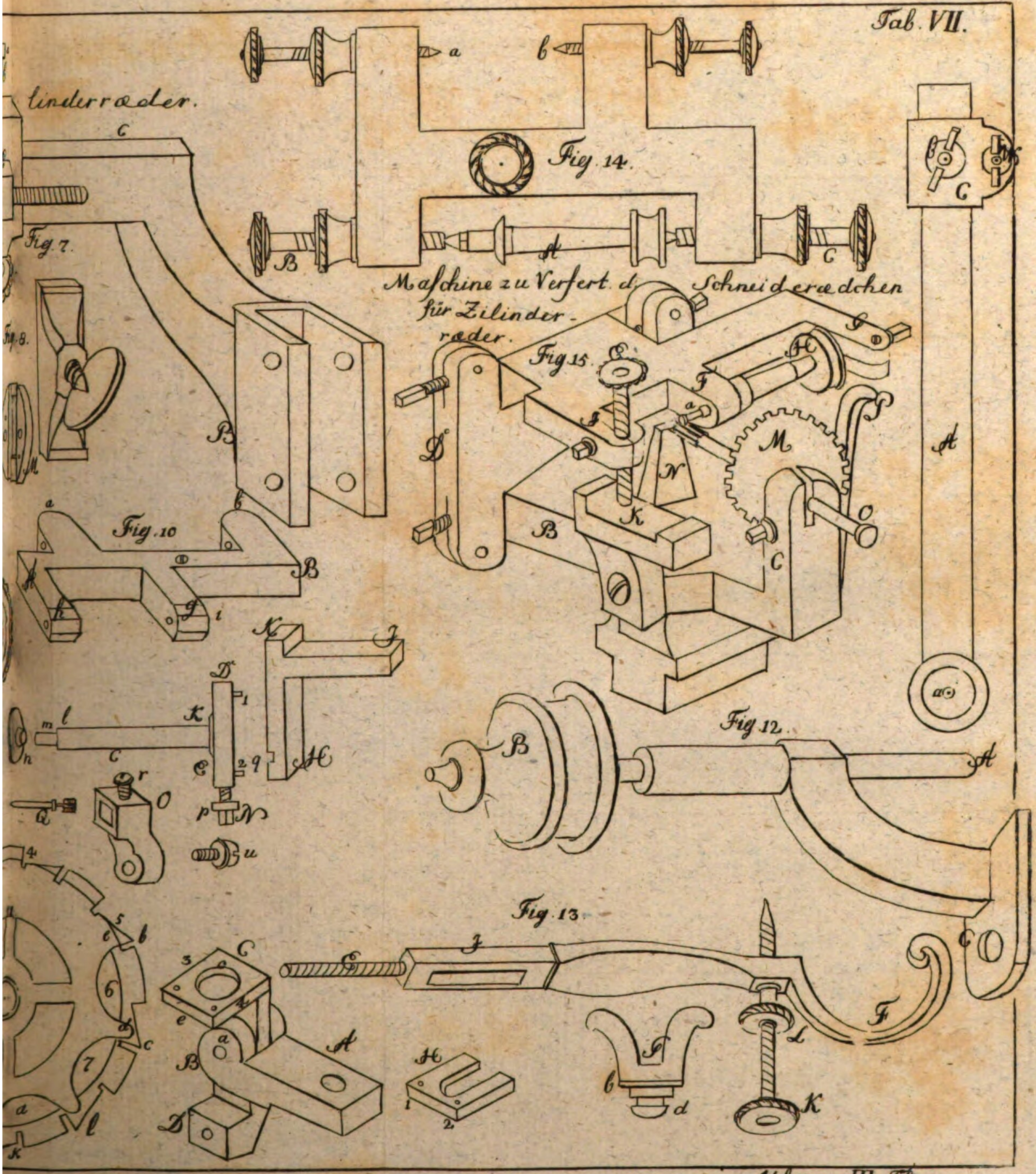


Fig. 5
Fig. 6.
Theilungs-Maschine zu Zi
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 9.


Tab. VII.
linderräder.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 10
Fig. 14.
Maſchine zu Verfert. d. Schneideräedchen für Zilinder-räder.
Fig. 15.
Fig. 12.
Fig. 13.

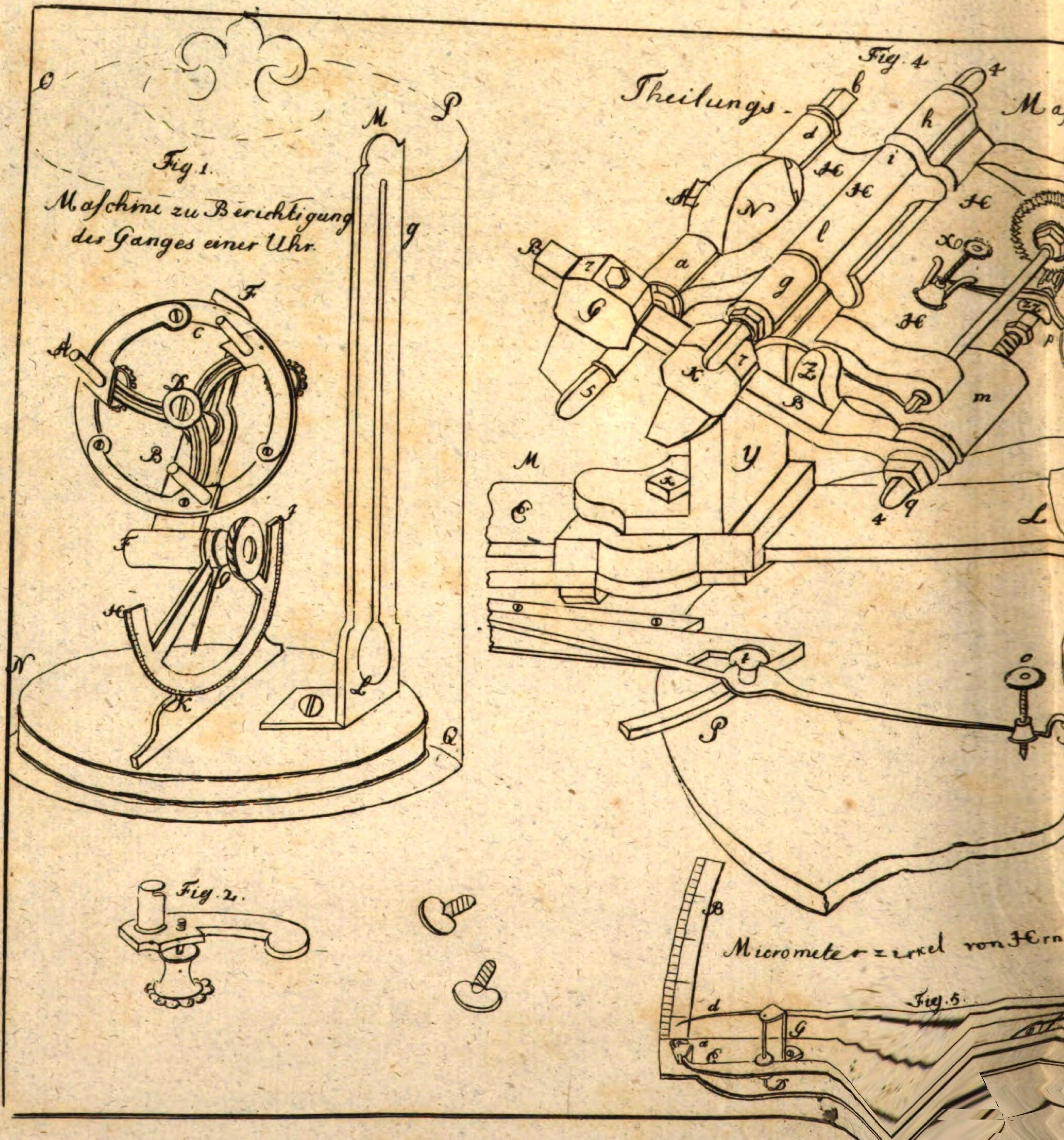
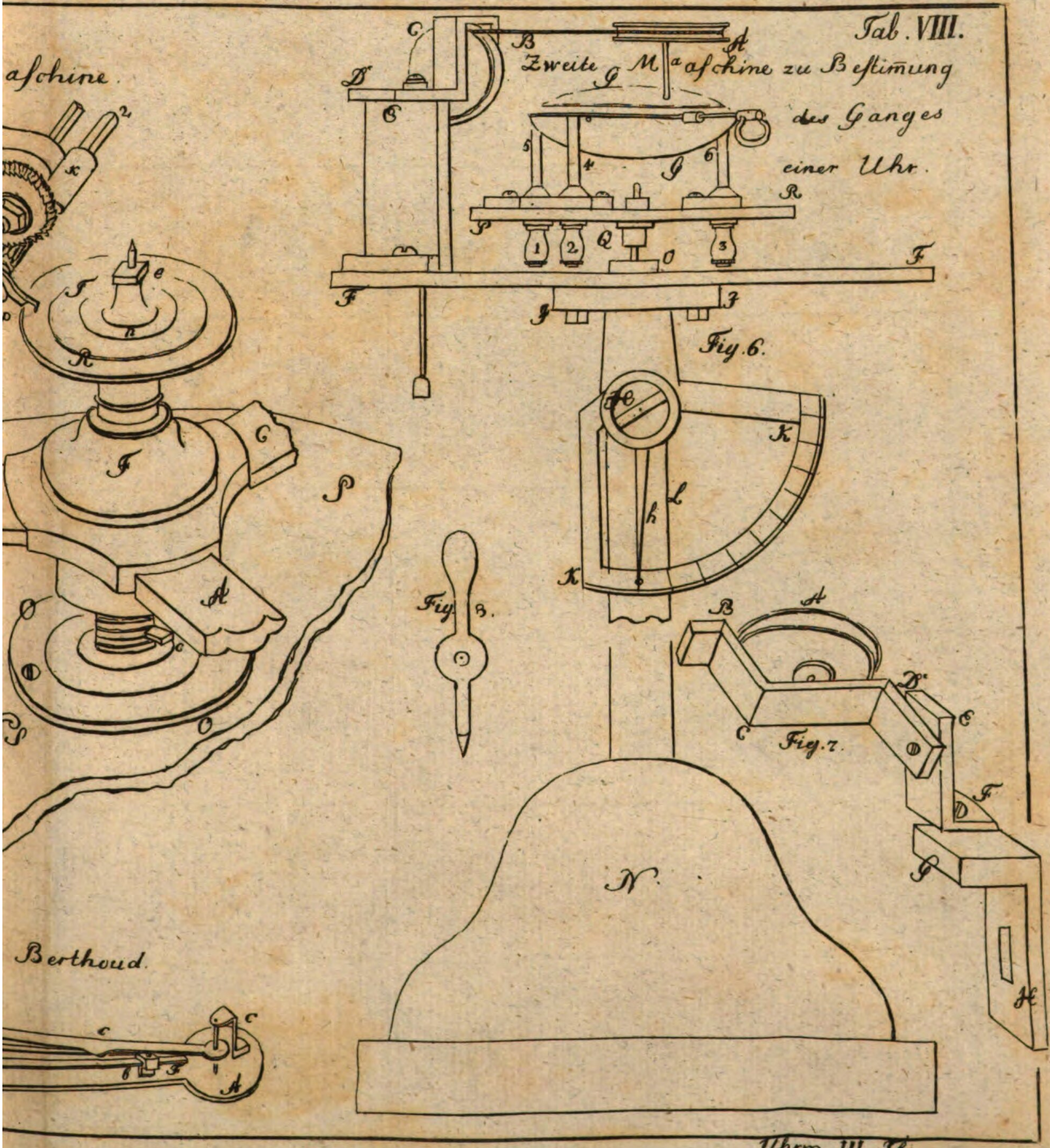


Fig. 1.
Maſchine zu Berichtigung des Ganges einer Uhr.
Fig. 2.
Fig. 4
Theilungs- Ma
Micrometerzirkel von Hern
Fig. 5.


Tab. VIII.
aſchine.
Zweite Maſchine zu Beſtimung des Ganges einer Uhr.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Berthoud.

Uhrm. III. Th.

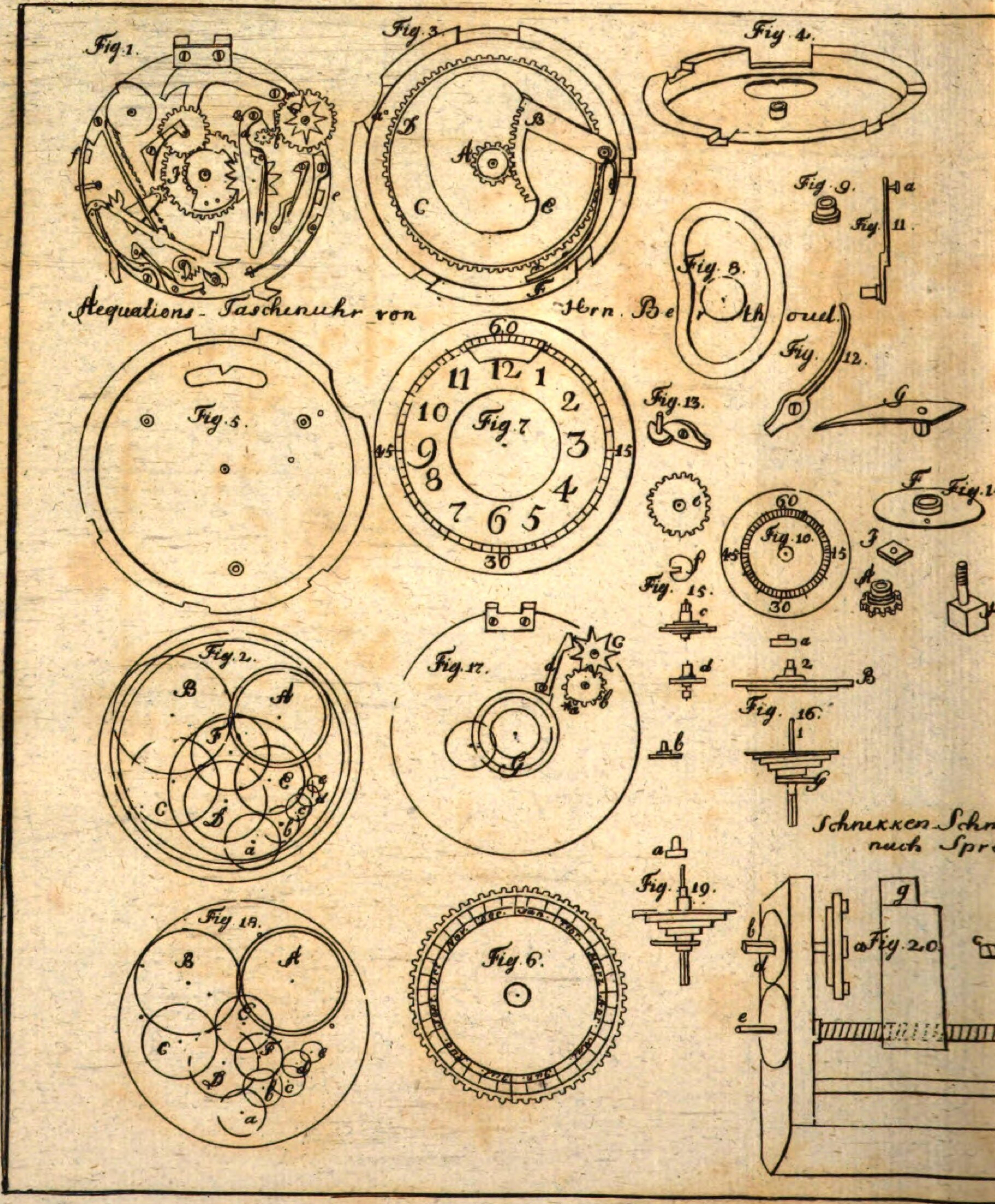


Fig. 1.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 9.
Fig. 11.
Fig. 8.
Aequations - Taschenuhr von Hrn. Berthoud.
Fig. 12.
Fig. 5.
Fig. 7.
Fig. 13.
Fig. 10.
Fig. 15.
Fig. 2.
Fig. 17.
Fig. 16.
Fig. 19.
Fig. 18.
Fig. 6.
Fig. 20.

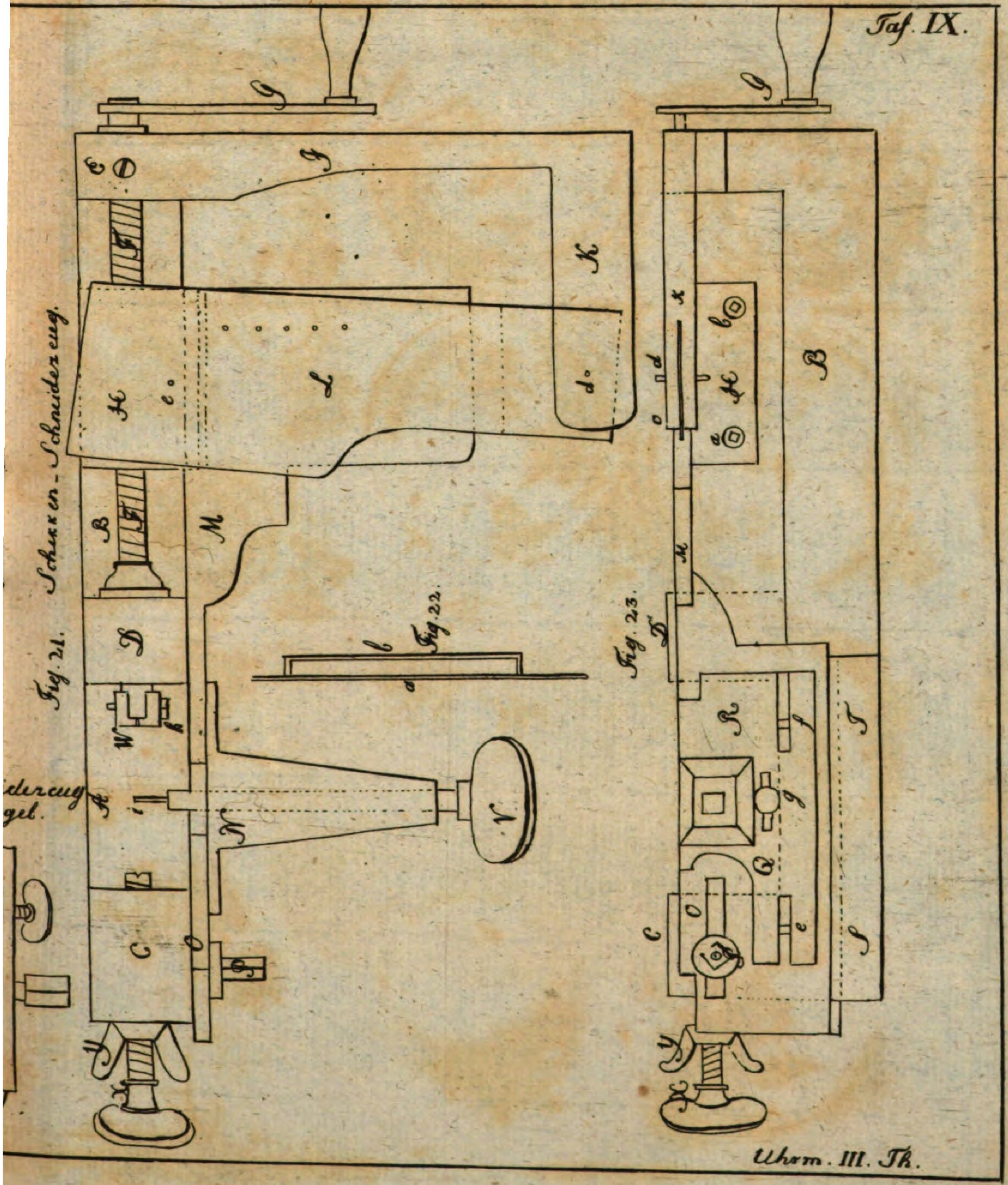


Fig. 21.
Schrauben-Schneidezeug.
Fig. 22.
Fig. 23.

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Geisler, Johann Gottlieb, 1753-1816

Der Uhrmacher oder Lehrbegrif der Uhrmacherkunst aus den besten englischen, französischen und anderen Schriften darüber zusammen getragen, nebst eigenen Bemerkungen und Mittheilungen deutscher Künstler
Bd.: Dritter Theil : Mit neun Kupfertafeln

Leipzig 1794

4 Techn. 35-3/5
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10230334-6
VD18 90938666